

FABRÍCIO MOREIRA SOBREIRA

**DIVERGÊNCIA ENTRE GENÓTIPOS DE CAFÉ ARÁBICA PARA  
QUALIDADE SENSORIAL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2013

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e Classificação da  
Biblioteca Central da UFV

T

S677d  
2013 Sobreira, Fabrício Moreira, 1986-  
Divergência entre genótipos de café arábica para qualidade sensorial /  
Fabrício Moreira Sobreira. - Viçosa, MG, 2013.  
vii, 71f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Ney Sussumu Sakiyama.  
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Inclui bibliografia.

1. *Coffea arabica*. 2. Café - Qualidade. 3. Café- Melhoramento genético. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Fitotecnia. Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 633.732

FABRÍCIO MOREIRA SOBREIRA

**DIVERGÊNCIA ENTRE GENÓTIPOS DE CAFÉ ARÁBICA PARA  
QUALIDADE SENSORIAL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 10 de dezembro de 2013.



Antônio Carlos Baião de Oliveira  
(Coorientador)



Antônio Alves Pereira  
(Coorientador)



Leandro Carlos Paiva



José Luís dos Santos Rufino



Ney Sussumu Sakiyama  
(Orientador)

*Dedico este trabalho a Deus, aos  
que me orientaram, a meus pais,  
avós; a Fábio, Milene e Pedro.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, parceiro em todos os momentos, pela liberdade de escolha, saúde, paz e inúmeras graças.

A Universidade Federal de Viçosa, minha terceira casa, e ao Departamento de Fitotecnia, pela acolhida, suporte à pesquisa e excelente formação oferecida.

À EPAMIG e seus profissionais, por todo apoio na execução desta pesquisa.

À CAPES, CNPq e ao Consórcio Pesquisa Café.

Ao INCAPER, sua diretoria e aos amigos por todo apoio concedido.

Ao meu orientador, tutor, conselheiro e amigo, Ney Sakiyama, que me acolheu em Viçosa, confiou no meu trabalho, esteve comigo em grandes momentos e tem guiado meus passos na vida profissional e pessoal.

Aos meus coorientadores e amigos Antonio Carlos Baião e Antonio Alves Pereira “Tonico”, por todos os ensinamentos durante essa jornada, pelo companheirismo, exemplo de simplicidade, amizade e paixão pela profissão.

A José L. Rufino, pelo companheirismo, disponibilidade e contribuições e a Leandro Carlos Paiva pela disponibilidade em vir a Viçosa partilhar conosco seu conhecimento, e enriquecer a qualidade deste trabalho.

A minha mãe, Maria Francisca e irmão Fábio, que nunca mediram esforços, sempre me incentivaram e guiaram na vida, estando comigo em todos os momentos de dificuldades e alegrias.

À minha esposa, Milene e ao meu filho recém-chegado, Pedro Sobreira, que cederam muitas horas de convívio, suportaram meus dias ruins e sempre apoiaram minhas decisões com muito carinho e amor.

A Frederico de Pina Matta e a Rubens J. Guimarães meus primeiros orientadores

Aos amigos de república, Danilo Paulúcio, André, Flávio pela amizade e apoio.

Aos professores, José Cambraia, Hermínia, Derly, Denise, Fábio DaMatta, Cláudio, Tocio, Márcio, Eduardo, entre outros.

Aos amigos da UFLA e do Necaf, Gleice Assis, Anderson e Diego.

Aos amigos de Viçosa, em especial Kelly, Dalcionei, Fernanda, Isaías e Fekadu.

Enfim chegou ao “fim-começo” ...

## **BIOGRAFIA**

FABRÍCIO MOREIRA SOBREIRA, filho de João Batista Sobreira e Maria Francisca Moreira Sobreira, nasceu na cidade de Guaçuí - ES, em 14 de março de 1986.

Cursou o Ensino Fundamental na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio (EEEFM) Aristeu Aguiar, em Alegre-ES.

Em 2001, ingressou no Ensino Médio/Técnico em Agropecuária na Escola Agrotécnica Federal de Alegre (EAFA), obtendo o diploma de Técnico em Agropecuária em 2003.

Em 2004, ingressou no curso de Agronomia no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), obtendo o diploma de Engenheiro Agrônomo em 2008.

No mesmo ano, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, da Universidade Federal de Lavras (UFLA), obtendo o título de Mestre em Fitotecnia em fevereiro de 2010.

Em 2010, iniciou o doutorado no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Em 2012, ingressou como pesquisador científico no Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER).

Em 2013, como estudante de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia (UFV), submeteu-se à defesa de tese em 10 de dezembro de 2013.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
CAPÍTULO 1	
VARIABILIDADE GENÉTICA PARA QUALIDADE EM ACESSOS DO HÍBRIDO DE TIMOR E DE GENÓTIPOS DERIVADOS DESSE GERMOPLASMA .....	3
1. INTRODUÇÃO .....	5
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	6
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	9
4. CONCLUSÕES .....	19
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	20
CAPÍTULO 2	
DIVERGÊNCIA ENTRE GENÓTIPOS DE CAFÉ ARÁBICA PARA QUALIDADE SENSORIAL .....	23
1. INTRODUÇÃO .....	25
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	26
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4. CONCLUSÕES .....	42
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	42
CAPÍTULO 3	
QUALIDADE SENSORIAL DE GRUPOS GENEALÓGICOS DE CAFÉ ARÁBICA: USO DO SENSORIOGRAMA E DA ANÁLISE DE CONTÉUDO.....	46
1. INTRODUÇÃO .....	48
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	49
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
4.0 CONCLUSÕES .....	68
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	69
CONCLUSÕES GERAIS.....	71

## RESUMO

SOBREIRA, Fabrício Moreira, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Dezembro de 2013. **Divergência entre genótipos de café arábica para qualidade sensorial.** Orientador: Ney Sussumu Sakiyama. Coorientadores: Antonio Carlos Baião de Oliveira e Antônio Alves Pereira.

Escassas são as informações relativas à variabilidade genética para qualidade sensorial do café. No Capítulo 1, foi avaliada a divergência genética entre 38 acessos do Híbrido de Timor (HT) e progênies derivadas desse germoplasma para qualidade de grãos e bebida. Há alta divergência genética entre os genótipos. Os acessos UFV 377-34, UFV 390-52, UFV 450-61, UFV 451-41 e UFV 454-43 são promissores para integrar programas de melhoramento, visando à melhoria da qualidade dos grãos e da bebida. No Capítulo 2, foi avaliada a divergência para qualidade sensorial entre 101 genótipos *Coffea arabica* e a correlação entre os atributos sensoriais. Há alta divergência genética para qualidade sensorial entre os genótipos. A maioria desses (90%) possui potencial genético para produção de cafés especiais. Há elevada correlação genética entre os atributos Sabor e Doçura com o Escore Final. Causas de variações ambientais distintas atuam sobre os caracteres de qualidade sensorial. Dezesesseis genótipos com qualidade de cafés classificados como excelentes são promissores para o melhoramento da qualidade sensorial. No Capítulo 3, avaliou-se a qualidade sensorial de grupos de genótipos, sob metodologia padrão e com o uso do “Sensoriograma” e da Análise de Conteúdo como metodologias complementares. Os genótipos foram discriminados nos grupos genealógicos Bourbon, Caturra, Híbrido de Timor, Catimor, Cultivares Tradicionais e Cultivares Derivadas do HT. O “Sensoriograma” e a Análise de Conteúdo são métodos que complementam a atual escala por notas, passíveis de uso, na caracterização de cafés especiais quanto à qualidade e intensidade de nuances. Os grupos estudados possuem potencial genético para produção de cafés especiais. No ambiente avaliado, o grupo de Cultivares Derivadas de Híbrido de Timor apresentou potencial superior para produção de cafés especiais.

## ABSTRACT

SOBREIRA, Fabrício Moreira, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, December, 2013. **Divergence between arabica coffee genotypes for sensory quality.** Advisor: Ney Sussumu Sakiyama. Co-advisors: Antonio Carlos Baião de Oliveira e Antônio Alves Pereira.

Information concerning the genetic variability for cup quality of coffee beans are scarce, mainly targeting the specialty coffee market. In Chapter 1, we evaluated the genetic divergence for beans and cup quality among 38 Híbrido de Timor (HT) accessions and derived progenies. We observed high genetic diversity among the genotypes. UFV 377-34, UFV 390-52, UFV 450-61, UFV 451-41 and UFV 454-43 accessions are promising to improve the beans and cup quality. In Chapter 2, we evaluated the genetic divergence for sensory quality among 101 *Coffea arabica* genotypes and the correlation between the sensory attributes. There is high genetic divergence for sensory quality among the genotypes. Most of these ones (90%) have genetic potential for specialty coffees production. There is a high genetic correlation between Taste and Sweetness with Final Score attributes. Environmental correlations indicate that distinct causes of environmental changes are acting on different sensory quality characters. Sixteen genotypes with beverage quality classified as excellent are promising to improving the coffee cup quality. In Chapter 3, we evaluated the coffee sensory quality of genotype groups, broken down by genealogical origin, from the current methodology of the specialty coffee market and the "Sensorygram" and Content Analysis as complementary methodologies. We used forty-one genotypes, subdivided in Bourbon, Caturra, Híbrido de Timor, Catimor, Traditional Cultivars and Derived Cultivars of Híbrido de Timor genealogical groups. The Sensorygram and Content Analysis are methods that complement the current scale of notes, subject to use in the sensory characterization of specialty coffees as to the quality and intensity of nuances. The studied groups have genetic potential for specialty coffees production. The Híbrido de Timor Derived Cultivars showed higher potential in the environment evaluated, producing coffees rated as excellent or rare in the specialty coffee market.

## INTRODUÇÃO GERAL

No contexto atual cafeicultura (ICO, 2013), a diferenciação qualitativa do café tornou-se prioridade para agregação de valor ao produto. A espécie *Coffea arabica*, comumente conhecida como café arábica, representa cerca de 60% da produção mundial de café (USDA, 2013), sendo a mais apreciada no mercado de cafés especiais, por seu intenso aroma e sabor (Leroy et al., 2006).

Considerando que a qualidade do café é dependente de fatores ambientais e genéticos, e que atualmente se conhece os ambientes e tecnologias de pós-colheita que a favorecem (Bertrand et al., 2012; Borém et al., 2013), programas de melhoramento genético, bem como compradores de cafés, buscam informações sobre a variabilidade genética para qualidade, especialmente a sensorial que atende o mercado de cafés especiais.

Diversos trabalhos, utilizando marcadores moleculares, tem demonstrado em níveis distintos, a variabilidade genética existente nos germoplasmas de *C. arabica* (Aerts et al., 2012; Geleta et al., 2012; Setotaw et al., 2010). Contudo, devido a dificuldades intrínsecas de uma avaliação padronizada para qualidade sensorial, pouco se conhece sobre a divergência genética nesta característica. Visando atender diferentes nichos de mercado, todos os acessos *Coffea* spp. podem se tornar fontes genéticas importantes no melhoramento para qualidade (Leroy et al., 2006; Van Der Vossen, 2009), sendo essencial, no entanto, conhecer a variabilidade genética entre esses para identificar os mais promissores (Tessema et al., 2011).

Acessos do Híbrido de Timor (HT), pela variabilidade genética que possuem (Setotaw et al., 2010), tem sido utilizados no melhoramento do cafeeiro para resistência a doenças economicamente importantes, como a ferrugem (*Hemileia vastatrix*) (Chaves 1976; Brito et al., 2010), antracnose dos frutos (*Colletotrichum kahawae*) (Gichuru et al., 2008), nematóide das raízes (*Meloidogyne exigua*) (Goncalves e Pereira, 1998; Bertrand et al., 2008) e a bacteriose (*Pseudomonas syringae*) (Ito et al., 2008). Entretanto, pouco se conhece sobre a contribuição desses na qualidade sensorial de bebida.

No mercado de cafés especiais, cafés do grupo Bourbon, por questões ambientais ou genéticas, tornaram-se reconhecidos internacionalmente pela qualidade sensorial de bebida (Illy e Viani, 2005). De modo semelhante, as cultivares atualmente tradicionais no Brasil e em outros países, Mundo Novo (Bourbon x Sumatra) e Catuaí

(Caturra x Mundo Novo) são amplamente aceitas. Nesse mercado, surgem atualmente cafés do grupo de cultivares derivadas de “Híbrido de Timor” (*C. arabica* x *C. canephora*), as quais apresentam qualidade de bebida igual (Bertrand et al., 2006; Van Der Vossen, 2009) ou superior (Kitizberg et al., 2010; Pereira et al., 2010) às melhores cultivares tradicionais (Bourbon e Caturra).

Considerando que esses grupos genealógicos possuem potencial para produção de cafés especiais e que, com a mesma pontuação nas metodologias atuais (BSCA, 2013; SCAA, 2013), esses podem diferir quanto a nuances de bebida metodologias complementares são necessárias na diferenciação dos mesmos, visando atender nichos de mercado.

Nesse contexto, este trabalho teve como principais objetivos:

1) Avaliar a divergência entre acessos do Híbrido de Timor e algumas progênies derivadas desse germoplasma, com base em caracteres ligados à qualidade de grãos e bebida, e identificar acessos promissores para integrar programas de melhoramento genético da qualidade do café.

2) Avaliar a qualidade sensorial e divergência genética entre genótipos de *C. arabica*, analisar as correlações entre os atributos da bebida e identificar os genótipos mais promissores para programas de melhoramento com ênfase na qualidade do café.

3) Avaliar a qualidade sensorial de grupos de genótipos, discriminados segundo a origem genealógica, a partir da metodologia atual do mercado de cafés especiais e com o uso do “Sensoriograma” e da Análise de Conteúdo como metodologias complementares.

## **CAPÍTULO 1**

### **VARIABILIDADE GENÉTICA PARA QUALIDADE EM ACESSOS DO HÍBRIDO DE TIMOR E DE GENÓTIPOS DERIVADOS DESSE GERMOPLASMA**

#### **RESUMO**

Em razão da baixa diversidade genética verificada entre as cultivares de café arábica tradicionalmente cultivadas, acessos do Híbrido de Timor (HT) e de genótipos derivados desse germoplasma podem ser importantes no melhoramento para qualidade do café. Este trabalho teve como objetivos avaliar a divergência genética entre acessos do HT e progênies derivadas para qualidade de grãos e bebida, e identificar os mais promissores para integrar programas de melhoramento, visando o melhoramento genético da qualidade do café. Estudou-se a correlação simples entre os caracteres avaliados e pela análise por componentes principais (CP), foi estudada a divergência dos acessos quanto à qualidade sensorial da bebida e dos grãos. Houve elevada correlação positiva entre os atributos sensoriais da bebida (0,85 a 0,95) com o escore final para qualidade. Verificou-se elevada dispersão dos genótipos no plano dos CP e foi possível inferir que os HT e genótipos derivados possuem potencial genético para a produção de cafés especiais. Há divergência genética para qualidade de grãos e de bebida entre os acessos do Híbrido de Timor, assim como nos genótipos derivados desse germoplasma. Acessos do Híbrido de Timor (UFV 377-34, UFV 450-61, UFV 454-43 e UFV 451-41) e do Catimor (UFV 390-52), se destacaram como promissores para integrar programas de melhoramento genético, com ênfase na qualidade dos grãos e da bebida.

# **GENETIC VARIABILITY FOR QUALITY IN HÍBRIDO DE TIMOR ACCESS AND DERIVATIVES GENOTYPES OF SUCH GERMOPLASM**

## **ABSTRACT**

The traditional coffee arabic cultivars have genetic diversity reduced. Due this fact, accessions and derived genotypes from Híbrido de Timor germplasm may be important for the coffee quality improvement. This work aimed to evaluate the genetic divergence among Híbrido de Timor accessions and its derived progenies considering drink and beans quality. We also intend to identify the most promising ones to integrate breeding programs for coffee quality improvement. Simple correlations and Principal Components (PC) analyses were used to study the genetic divergence of access for quality. There was a high correlation between the coffee sensory attributes (0.85 to 0.95) with the final score for quality, and high correlation of the average sieve and mocha variables, respectively, with the size and shape of the beans. There was considerable dispersion of genotypes in terms of PC. It was possible to infer that the HT and derivatives have genetic potential for specialty coffees production. There are genetic divergence for bean and cupping quality among Híbrido de Timor accessions, progenies and their derived cultivars. The UFV 377-34, UFV 390-52, UFV 450-61, UFV 451-41 and UFV 454-43 accessions stood out as promising for coffee breeding programs with emphasis on the bean and cup quality.

## 1. INTRODUÇÃO

O termo “Híbrido de Timor” (HT) foi designado ao genótipo proveniente de um cruzamento natural interespecífico (*Coffea arabica* L. e *C. canephora* Pierre ex Froehner) encontrado numa plantação da cultivar Típica na Ilha de Timor em 1917 (Bettencourt 1973). Os descendentes desse genótipo têm sido utilizados no melhoramento do cafeeiro para resistência a doenças economicamente importantes, como a ferrugem (*Hemileia vastatrix*) (Chaves 1976; Brito et al., 2010), antracnose dos frutos (*Colletotrichum kahawae*) (Gichuru et al., 2008), nematoide das raízes (*Meloidogyne exigua*) (Goncalves e Pereira, 1998; Bertrand et al., 2008) e a bacteriose (*Pseudomonas syringae*) (Ito et al., 2008). Entretanto, devido à reduzida diversidade genética no germoplasma de *C. arabica* tradicional (Lashemers et al., 1999; Anthony et al., 2002; Zarate et al., 2010), os acessos HT, pela variabilidade genética que possuem (Setotaw et al., 2010), podem também ser fontes importantes de genes para o melhoramento de outras características de interesse, como a qualidade de bebida (Bertrand et al., 2006; Leroy et al., 2006; Dessalegn et al., 2008; Van Der Vossen, 2009).

Usando marcadores moleculares, Setotaw et al. (2010) observaram considerável divergência genética entre os acessos HT conservados no Banco Ativo de Germoplasma da Universidade Federal de Viçosa. Contudo, pouco se conhece sobre a diversidade desses acessos para qualidade de bebida, limitando o uso potencial dos mesmos como genitores em programas de melhoramento da cultura voltados a essa característica.

Embora não se conheça a contribuição dos acessos HT na qualidade de bebida, trabalhos realizados com as cultivares derivadas, indicam que essas possuem qualidade de bebida igual (Bertrand et al., 2006; Van Der Vossen, 2009) ou superior (Kitizberg et al., 2010; Pereira et al., 2010) às melhores cultivares tradicionais (Bourbon e Caturra), para esse atributo, sugerindo que o germoplasma HT e suas progênies são fontes importantes de variabilidade para qualidade de bebida (Leroy et al., 2006; Dessalegn et al., 2008).

Segundo Perosa e Abreu (2009), embora o volume de cafés especiais seja reduzido, o consumo mundial cresce entre 10 e 12% ao ano. Através da busca por cafés sensorialmente classificados como *specialty*, com nuances diferenciadas (SCAA, 2013), é crescente a demanda mundial por cafés que associem qualidade de bebida e qualidade de grãos, esta representada principalmente pelo tamanho e forma desses.

Tais grãos, por serem comercializados crus ou apenas torrados para uso em máquinas de café expresso, atendem um mercado diferenciado, alcançando preços superiores, sobretudo quando apresentam elevada qualidade sensorial (Leroy et al., 2006; Perosa e Abreu, 2009; Gichimu et al., 2012). Nesse contexto, estudar a variabilidade genética dos acessos HT e seus derivados para qualidade de bebida e dos grãos, tornou-se essencial, visto que esses podem ser utilizados não apenas como doadores de genes de resistência a patógenos, mas também para obtenção de ganhos genéticos na qualidade do produto café.

Visando atender a diferentes nichos de mercado, todos os acessos podem se tornar fontes genéticas importantes no melhoramento para qualidade (Leroy et al., 2006; Van Der Vossen, 2009), sendo essencial, no entanto, estimar a variabilidade genética entre esses e identificar os mais promissores (Tessema et al., 2011). Conhecendo a divergência, será possível cruzar os genitores de melhor desempenho per se, mais distantes geneticamente e, se possível, aqueles que apresentem características complementares, maximizando a probabilidade de identificar nas populações segregantes, genótipos com a recombinação alélica de interesse. Estes, após seleções, poderão ser utilizados para a produção de cafés com mercado diferenciado em relação ao café *commodity*, atendendo à demanda dos consumidores de cafés especiais.

Dessa forma, este trabalho teve como objetivos avaliar a divergência genética entre acessos do Híbrido de Timor e algumas progênies derivadas desse germoplasma, com base em caracteres ligados à qualidade de grãos e bebida, e identificar acessos promissores para integrar programas de melhoramento da qualidade do café.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### *Genótipos avaliados*

Foram avaliados 38 genótipos de *Coffea arabica*, em fase adulta de produção, conservados no Banco Ativo de Germoplasma *Coffea spp.* da Universidade Federal de Viçosa e Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (BAG UFV/EPAMIG), em Viçosa-MG (20° 45' S, 42° 52' O, alt. 650 m). A região apresenta clima tipo Cwb, de acordo com a classificação de Koppen, com média anual de temperatura e precipitação de 19°C e 1200 mm, respectivamente.

Os acessos foram selecionados considerando informações prévias sobre a diversidade genética (Setotaw et al., 2010) e genealogia desses. Dentre os genótipos selecionados, 19 são acessos do HT provenientes do Centro de Investigação das Ferrugens do Cafeeiro (CIFC), localizado em Oeiras, Portugal; 12 são progênies derivadas do HT; quatro são cultivares comerciais derivadas do HT (Obatã IAC 1669-20, Oeiras MG 6851, Araponga MG1 e Sacramento MG1); e três são cultivares tradicionais, não derivadas do HT (Bourbon Vermelho, Catuaí Vermelho IAC 15 e Catuaí Vermelho IAC 44), utilizadas como testemunhas. Cada acesso no BAG UFV/EPAMIG é formado por uma progênie de 10 plantas.

#### *Coleta e Preparo das Amostras*

Para o preparo das amostras foram colhidos seletivamente dois litros de frutos maduros por planta, no estágio “cereja”, totalizando 20 L de frutos por acesso. Após a colheita, foram eliminados os eventuais frutos diferentes do estágio desejado. Cerca de 4 a 6 horas após a colheita, as amostras foram lavadas manualmente, despulpadas e desmuciladas mecanicamente (despulpador modelo GAVIOTA DIN 600-NG). Os resíduos remanescentes, cascas, grãos quebrados e brocados foram retirados das amostras.

Sequencialmente, as amostras foram colocadas para secar em terreiro suspenso, em camadas de aproximadamente três centímetros de espessura. Os grãos foram movimentados dez vezes ao dia e nas horas de baixas temperaturas do dia, utilizou-se cobertura plástica sobre esses (Borém, 2008). Esse processo de secagem foi realizado até que os grãos atingissem 11% de umidade. Após a secagem, os grãos foram acondicionados em sacos de papel pardo de folha dupla, por um período de descanso de 40 dias. Decorrido esse período, as amostras foram beneficiadas (beneficiadora Palini & Alves, modelo PA-AMO/30, Série nº 387) e acondicionadas em sacos plásticos impermeáveis, mantidos dentro de caixas de isopor, até o momento das avaliações.

#### *Características avaliadas*

Foram avaliadas em cada acesso 20 características, oito destas relativas à qualidade sensorial da bebida e 12 relacionadas à classificação por tamanho e formato dos grãos. Para a última utilizou-se amostra de 100 g de grãos beneficiados. A percentagem de grãos do tipo chato foi avaliada nas peneiras orifício circular, com os

diâmetros de 19 (P19), 18 (P18), 17 (P17), 16 (P16), 15 (P15) e 14/64 avos de polegada (P14). Para grãos tipo moça utilizou-se peneiras de orifício oblongo com os tamanhos 11 (M11), 10 (M10) e 9/64 avos de polegada (M09). Posteriormente, a variável peneira média (PME) foi obtida pela relação entre o somatório da massa de grãos chatos retidos em cada peneira multiplicada pelo número da peneira com a massa total de grãos (Krug, 1940). Em seguida, foram determinadas as percentagens de grãos tipo moça (MOC) e de chatos com peneira maior ou igual a 16 ( $P \geq 16$ ). Para o cálculo da variável MOC, foram somadas as percentagens de grãos retidos nas peneiras M11, M10 e M9, enquanto a  $P > 16$  foi obtida pelo somatório dos grãos retidos nas peneiras P19, P18, P17 e P16.

A análise sensorial da bebida foi realizada em duplicata, por dois provadores por amostra, usando a metodologia de avaliação da *Specialty Coffee Association of America* - SCAA (SCAA, 2013). Para o estudo dos efeitos genéticos, foram considerados os seguintes atributos da bebida: aroma (ARO), sabor (SAB), acidez (ACI), corpo (COR), retrogosto (RGO), equilíbrio (EQU), geral (GER) e total (TOT). Com base na metodologia citada, genótipos que alcançaram mais de 80 pontos no TOT, foram classificados como cafés especiais (*specialty*). Para cada amostra foi considerada a nota média entre os dois degustadores.

#### *Análises estatísticas*

Com base na média das análises sensoriais dos degustadores, foi estimado o coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis de qualidade dos grãos e entre os atributos de qualidade sensorial da bebida. Os dados relativos à bebida foram obtidos considerando apenas os grãos com peneira  $\geq 16$ , não permitindo o estudo de correlações entre a qualidade da bebida e tamanho dos grãos.

Utilizou-se a análise multivariada por componentes principais (CP), baseada na matriz de correlação, para analisar a dispersão dos acessos em relação à qualidade de grãos e bebida. Após simulações e análise das correlações, foram mantidas na análise por componentes apenas as variáveis não redundantes e estruturalmente importantes na explicação da variabilidade para qualidade (Adams e Wiersma, 1978). A dissimilaridade entre os genótipos foi baseada na distância Euclidiana, a partir dos escores obtidos em cada componente principal. As análises foram realizadas utilizando os programas Genes (Cruz, 2006) e Statistica (Hill e Lewicki, 2007).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### *Análise de correlações*

Para qualidade dos grãos, observou-se alta correlação fenotípica entre a maioria dos caracteres avaliados (Tabela 1). Para aqueles relativos ao tamanho dos grãos chatos, houve alta correlação positiva entre P19 e P18 (0,73) e negativa entre a P18 com a P16 (-0,80) e com a P15 (-0,78). Refletindo a relação entre os tamanhos dos grãos chatos, houve alta correlação positiva da PME com a P19 (0,84) e P18 (0,93), e negativa com P16 (-0,90) e P15 (-0,88). Esse fato indica que tal variável PME pode ser explicativa para o tamanho dos grãos chatos. De modo semelhante, porém, para os grãos mocas, a variável MOC correlacionou positivamente com M11 (0,95), M10 (0,62) e M09 (0,44). Verificou-se correlação fenotípica negativa entre as variáveis MOC e PME, o que pode ser considerado uma vantagem seletiva nos programas de melhoramento de café arábica.

Tabela 1. Coeficientes de correlação fenotípica entre caracteres do grão (tamanho e formato) de acessos Híbridos de Timor e progênies derivadas.

Características de tamanho e forma dos grãos <sup>1</sup>												
	P19	P18	P17	P16	P <sub>≥</sub> 16	P15	P14	PME	M11	M10	M09	MOC
P18	0,73**											
P17	-0,31	0,06										
P16	-0,67**	-0,80**	0,03									
P>16	0,64**	0,81**	0,36*	-0,41*								
P15	-0,58**	-0,78**	-0,27	0,80**	-0,62**							
P14	-0,37*	-0,62**	-0,39*	0,51**	-0,61**	0,83**						
PME	0,84**	0,93**	0,01	-0,90**	0,72**	-0,88**	-0,66**					
M11	-0,45**	-0,54**	-0,28	0,06	-0,85**	0,17	0,20	-0,37*				
M10	-0,52**	-0,71**	-0,27	0,51**	-0,72**	0,62**	0,61**	-0,68**	0,34*			
M09	-0,40*	-0,59**	-0,31	0,41**	-0,63**	0,75**	0,85**	-0,62**	0,19	0,75**		
MOC	-0,55**	-0,69**	-0,33*	0,22	-0,96**	0,37*	0,40*	-0,55**	0,95**	0,62**	0,44**	
Med.	7,27	20,40	25,54	17,15	70,35	4,72	0,55	17,05	18,03	4,28	0,97	23,27
D.P.	7,40	10,98	5,80	8,56	12,25	3,08	0,55	0,48	8,46	2,69	0,82	10,05

<sup>1</sup> classificação por tamanho dos grãos chatos (P19, P18, P17, P16, P15 e P14, em %) e mocas (M11, M10, M09, em %); grãos chatos iguais ou maiores que a peneira de 16/64 avos de polegada (P<sub>≥</sub>16, em %); peneira média dos grãos chatos (PME, em %); total de grãos mocas (MOC, em %).

\* e \*\* significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, no teste t.

Para a qualidade sensorial da bebida, houve correlações fenotípicas positivas elevadas entre todas as características e notavelmente na variável derivada das demais TOT (Tabela 2). A maior correlação foi observada entre SAB e TOT (0,96).

Tabela 2. Coeficientes de correlação fenotípica entre caracteres sensoriais da bebida de acessos Híbridos de Timor e progênies derivadas.

	Características Sensoriais da bebida <sup>1</sup>							
	ARO	SAB	ACI	COR	RGO	EQU	GER	TOT
SAB	0,86**							
ACI	0,77**	0,83**						
COR	0,76**	0,84**	0,75**					
FIZ	0,81**	0,89**	0,77**	0,82**				
QUE	0,71**	0,85**	0,76**	0,85**	0,81**			
FIN	0,80**	0,90**	0,87**	0,84**	0,86**	0,88**		
TOT	0,88**	0,96**	0,88**	0,91**	0,92**	0,90**	0,95**	
Med.	7,41	7,57	7,42	7,53	7,51	7,43	7,41	82,23
D.P.	0,46	0,51	0,42	0,41	0,49	0,40	0,38	2,91

<sup>1</sup> aroma (ARO), sabor (SAB), acidez (ACI), corpo (COR), retrogosto (RGO), equilíbrio (EQU), geral (GER) e total (TOT).

\*\* significativo a 1% de probabilidade, respectivamente, no teste t.

Uma vez que o *flavor* da bebida (SAB) recebe pontuação conforme a intensidade, qualidade e complexidade da interação entre sabor e aroma, esta é uma característica da bebida que envolve todas as sensações do paladar, justificando sua elevada correlação com o TOT. De modo semelhante, o atributo GER (“*overall*”) reflete a percepção holística pessoal do degustador para o conjunto integrado de atributos da bebida (SCAA, 2013).

Dessalegn et al. (2008), trabalhando com um grupo de acessos coletados na Etiópia, e Kathurima et al. (2009) avaliando acessos do Centro de Pesquisa em Café do Quênia, observaram alta correlação entre os caracteres sensoriais da bebida. De modo semelhante, Pereira et al. (2010) analisaram a qualidade de bebida de um grupo de cultivares e verificaram correlações elevadas entre as características sensoriais da bebida. Tais resultados, embora tenham sido obtidos com genótipos e ambientes distintos, corroboram com o observado neste trabalho. Dessa forma, quando a interação do genótipo com o ambiente é favorável a um determinado atributo sensorial da bebida, ganho em qualidade também pode ser esperado nos demais atributos.

### *Análises Multivariadas*

Uma vez constatada alta correlação entre os caracteres de qualidade dos grãos e entre os atributos de qualidade de bebida, procedeu-se o descarte das variáveis altamente correlacionadas, mantendo apenas aquelas que explicam as demais, sem,

serem correlacionadas (Tabela 2). Caracteres redundantes, por estarem correlacionados a outros, são dispensáveis em estudos de divergência genética (Jolliffe 1972; Jolliffe 1973). Segundo Adams e Wiersma (1978), devem ser preservados na análise de divergência por componentes principais apenas os caracteres que representam a estrutura fundamental do sistema biológico estudado, desde que suficientemente diversos para representar, no mínimo, as dimensões mais importantes desse.

Assim, considerando as correlações entre características e análise prévias, foram escolhidas para compor os CP as variáveis: PME, representando as relações positivas (P19 e P18) e negativas (P16, P15 e P14) com a forma e tamanho dos grãos chatos; MOC, correlacionada positivamente com a forma e tamanho dos grãos moça (M11, M10 e M09); e TOT, altamente correlacionada positivamente com os atributos sensoriais da bebida (ARO, SAB, ACI, COR, RGO, EQU e GER).

Dois componentes principais foram estabelecidos (CP1 e CP2), os quais explicaram 85 % da variação dos dados (Tabela 3). No CP1 as variáveis PME e MOC contribuíram igualmente com quase 50% da variação total dos dados. No CP2 a característica TOT contribuiu com quase a totalidade dos dados (96%). As cargas (*loading*) das variáveis em cada componente principal mostraram elevada associação negativa para PME, positiva para MOC e quase nula para TOT no CP1. No CP2, a variável TOT apresentou elevada correlação positiva, enquanto para PME e MOC a associação foi nula. Caracteres com valores *loadings* absolutos elevados em um CP tem forte contribuição no mesmo.

Tabela 3. Coeficientes relativos às variáveis nos componentes principais estabelecidos e variação total explicada e acumulada em cada autovalor.

Variável <sup>1</sup>	CP1			CP2		
	Escore	Cargas	Contribuição	Escore	Cargas	Contribuição
PME	-0,556045	-0,8660	0,481556	0,188724	0,1884	0,035558
MOC	0,566156	0,8818	0,499228	-0,007474	-0,0075	0,000056
TOT	0,111076	0,1730	0,019216	0,982847	0,9812	0,964387
Autovalor	1,5575			0,9983		
Var.expl. (%)	51,9165			33,2781		
Var.expl. ac.(%)	51,9165			85,1946		

<sup>1</sup> PME: peneira média dos grãos chatos; MOC: percentual de grãos moça; TOT: pontuação do total da bebida.

Verificou-se que o CP1, que explicou 51,92% da variação total dos dados, pode ser associado aos aspectos de qualidade dos grãos (tamanho e forma). O CP2, que explicou 33,28% da variação total dos dados, associou-se principalmente à qualidade sensorial da bebida. Na Figura 1, pode ser visualizada a influência das características

sobre os componentes estabelecidos, com base na projeção dessas no plano dos componentes principais (1 x 2).

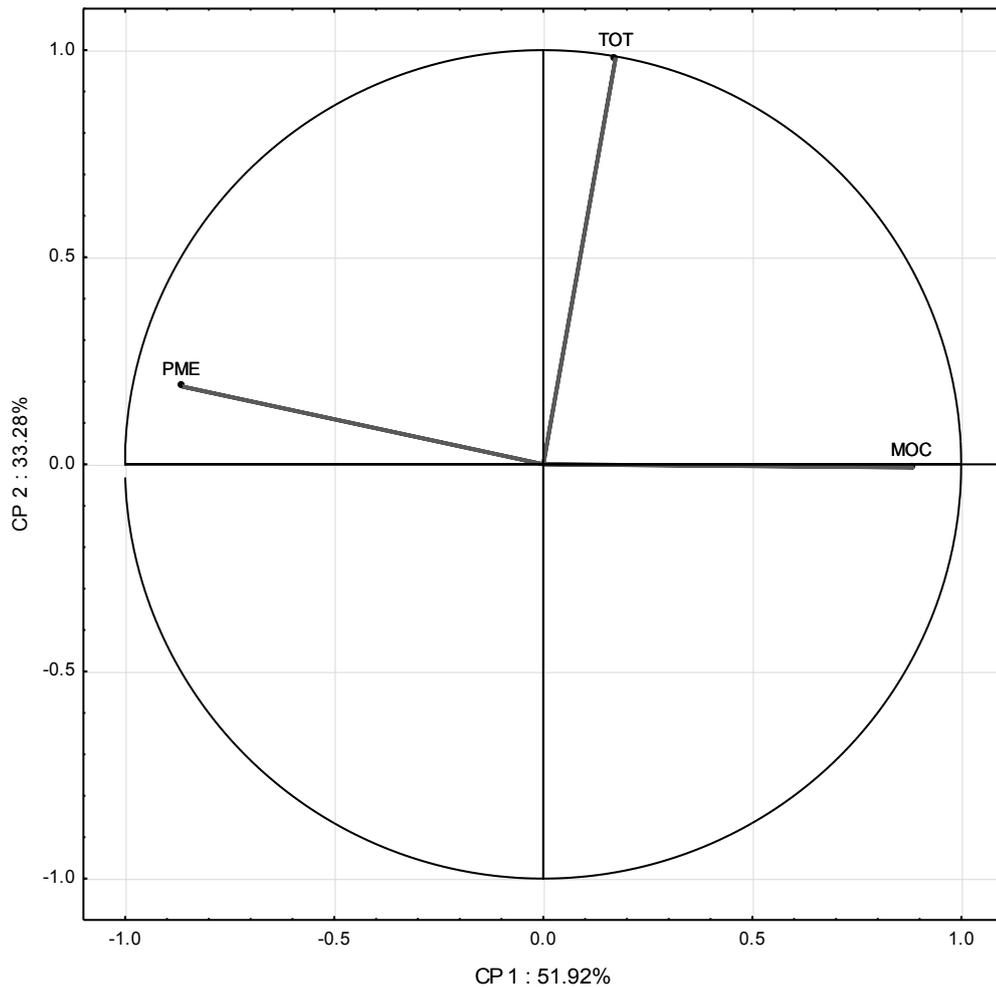


Figura 1. Projeção da influência das variáveis (*loadings*) no plano dos componentes principais (1 x 2).

Dado o escore negativo para PME e positivo para MOC na CP1, e o escore positivo para TOT no CP2 (Tabela 3), acessos associados a maior PME e menor MOC apresentaram escores negativos no CP1 (Tabela 4).

Tabela 4. Códigos dos acessos, descrição, escores e valores médios para os caracteres de qualidade dos grãos (PME e MOC) e da bebida (TOT), associados a cada componente principal.

Acesso	Cód <sup>3</sup>	Descrição <sup>4</sup>	CP1	Rank <sup>1</sup>	PME <sup>2</sup>	MOC <sup>2</sup>	CP2	Rank <sup>1</sup>	TOT <sup>2</sup>
9	1	UFV 376-12 (HT)	-0.8946	11	17.21	12.35	0.7508	9	84.25
15	2	UFV 376-57 (HT)	1.1086	30	16.51	25.32	1.0583	5	86.00
23	3	UFV 377-23 (HT)	0.1164	21	17.37	31.12	0.2947	15	82.75
24	4	UFV 377-24 (HT)	-1.4285	6	17.68	16.23	0.0029	22	81.50
25	5	UFV 377-34 (HT)	-1.5380	3	17.77	14.85	0.9715	8	84.25
37	6	UFV 427-01 (HT)	-1.5106	4	17.63	13.87	0.1571	19	82.00
42	7	UFV 427-40 (HT)	-1.3049	8	17.49	13.43	0.3561	14	82.75
48	8	UFV 428-04 (HT)	-0.7940	13	17.37	21.09	-1.1321	34	78.50
65	9	UFV 438-49 (HT)	0.4137	23	17.36	33.40	1.1325	4	85.25
77	10	UFV 440-10 (HT)	0.8065	28	16.91	31.53	0.1149	21	82.75
81	11	UFV 440-22 (HT)	1.6522	34	16.88	44.97	-1.0078	32	79.50
84	12	UFV 441-02 (HT)	2.9584	38	16.09	42.75	1.0510	6	86.50
91	13	UFV 442-40 (HT)	1.1471	32	16.92	36.39	0.1991	18	83.00
97	14	UFV 443-03 (HT)	0.9638	29	17.29	43.41	-0.6740	30	80.00
100	15	UFV 444-01 (HT)	0.6249	26	16.90	27.72	0.5325	11	84.00
118	16	UFV 447-49 (HT)	1.7852	36	16.07	26.70	0.4615	12	84.75
129	17	UFV 449-20 (HT)	-0.6672	14	17.17	15.22	0.5664	10	83.75
131	18	UFV 450-61 (HT)	-0.5801	15	17.18	14.98	1.4149	3	86.25
134	19	UFV 451-41 (HT)	-1.4626	5	17.56	11.30	0.9736	7	84.50
136	20	UFV 454-43(HT x KP 423)	-2.6697	1	18.13	7.84	0.2737	16	81.75
146	21	UFV 345-04(Catimor)	1.7395	35	16.62	35.52	1.6001	2	87.50
149	22	UFV 384-03(Catimor)	-0.4765	16	17.37	22.85	0.2163	17	82.50
162	23	UFV 387-01(Catimor x HT832/1)	-0.1791	17	17.09	20.68	0.4463	13	83.50
174	24	UFV 390-52(Catimor)	0.2006	22	17.12	23.55	1.9737	1	88.00
199	25	UFV 416-30(Catimor)	0.4630	24	16.96	28.30	-0.2018	26	81.75
200	26	UFV 417-97(Ct. V. x HT-HW26/5)	1.2944	33	16.27	27.01	-1.0650	33	80.00
213	27	UFV 349-86(Sarchimor)	-1.3508	7	17.67	17.36	-0.0851	24	81.25
226	28	UFV 351-03(Cachimor)	-0.1529	18	16.59	14.35	-1.6055	35	78.00
289	29	UFV 308-34(Caturra V.x H 239/11)	0.7452	27	16.49	25.81	-1.9897	36	77.00
320	30	UFV 316-15(Catuai V. x H 288/14)	0.6045	25	16.53	21.80	-0.5350	28	81.25
469	31	UFV 319-60(Catuai A. x H 65/7)	0.1058	20	16.94	22.16	0.1331	20	82.75
818	CD-1	Obatã Amarelo (UFV 485-05)	-1.0699	10	17.30	15.25	-0.9892	31	79.00
839	CD-2	Oeiras MG 6851	-1.5738	2	17.26	9.30	-2.0134	37	76.00
841	CD-3	Araponga	1.1212	31	16.48	31.23	-2.1677	38	76.50
844	CD-4	Sacramento MG1	1.8827	37	16.47	38.80	-0.5702	29	81.25
754	CT-1	Bourbon V. (UFV 332-10)	-1.0817	9	17.27	13.61	-0.4901	27	80.50
T1	CT-2	Catuai IAC 15	-0.1107	19	16.90	18.68	-0.1349	25	82.00
T2	CT-3	Catuai IAC 44	-0.8879	12	17.18	13.47	-0.0194	23	82.00

<sup>1</sup> Ordem de classificação do acesso conforme o escore relativo a variável de interesse (Rank) para qualidade;

<sup>2</sup> PME: peneira média dos grãos chatos; MOC: percentual de grãos moça; TOT: pontuação do total da bebida.

<sup>3</sup> Código atribuído a cada genótipo (CD: cultivar derivada de Híbrido de Timor; CT: cultivar tradicional).

<sup>4</sup> HT: acessos do Híbrido de Timor

De modo semelhante, acessos com maior qualidade de bebida apresentam escores positivos de magnitude superior no CP2. No CP1, os acessos HT, Ufv 454-43 (cód. 20) e Ufv 441-02 (cód. 12) foram os mais distantes, apresentando o mais elevado escore absoluto (-2,67 e 2,96, respectivamente). No CP2, o acesso Catimor Ufv 390-52

(cód. 24) e a cultivar derivada de HT, Araponga (cód. CD-3), apresentaram a maior magnitude de escores (1,97 e -2,17, respectivamente). Estes acessos representaram os extremos quanto à qualidade dos grãos e da bebida, podendo ser visualizados na projeção dos acessos no plano dos componentes principais (Figura 2).

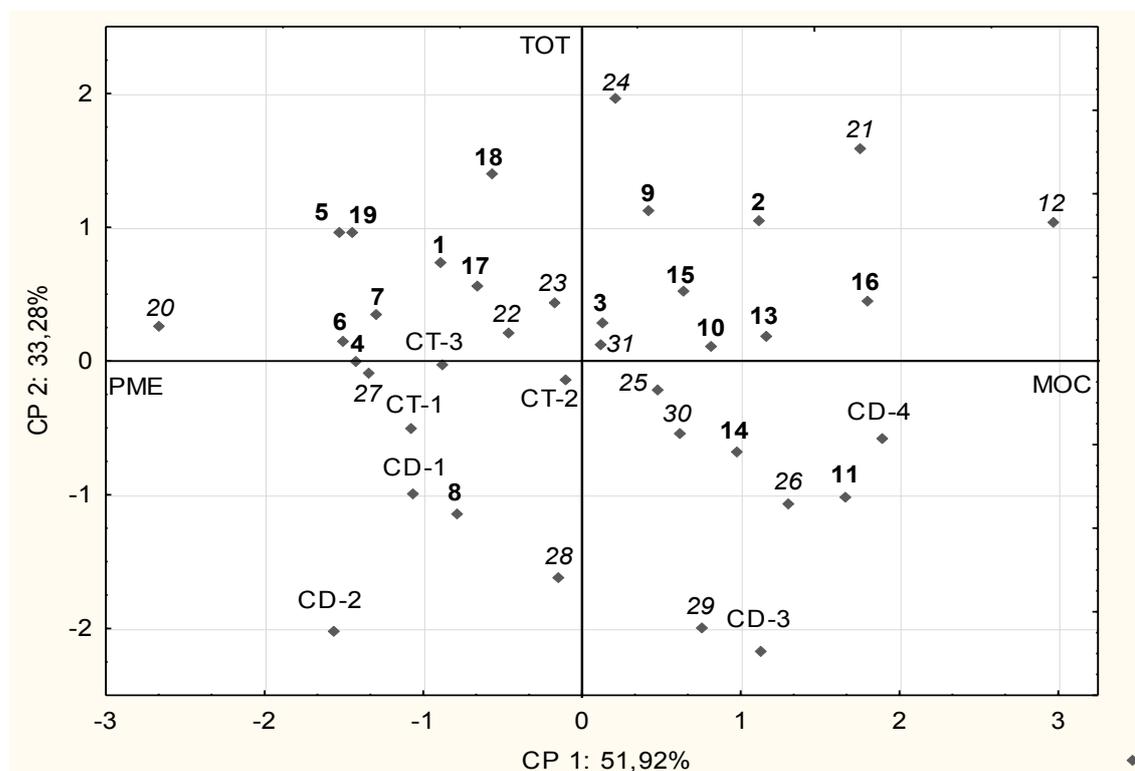


Figura 2. Dispersão dos acessos HT (códigos em negrito), derivados de HT (códigos em itálico), cultivares derivadas (CD-1, CD-2 e CD-3 e CD-4) e cultivares tradicionais (CT-1, CT-2 e CT-3) com base na análise de componentes principais considerando os dados de qualidade dos grãos (PME e MOC) e bebida (TOT). (Números referem-se aos códigos dos acessos na Tabela 3).

Com base na projeção dos acessos no plano cartesiano definido pelos dois componentes principais, foi observado dispersão dos mesmos, indicando considerável divergência quanto aos aspectos qualitativos dos grãos e da bebida. Similaridade e formação de grupos isolados de acessos com genealogias semelhantes poderiam ser esperados. Entretanto, considerando que nas inferências sobre a qualidade, são utilizados caracteres quantitativos e que os acessos foram selecionados a partir dos dados de divergência obtidos previamente, com base na análise de marcadores moleculares (Alvarenga et al., 2005; Setotaw et al., 2010), expressiva variabilidade

genética entre os genótipos era esperada. Tessema et al. (2011), estudando a bebida de genótipos de *C. arabica* de diferentes regiões do Sudoeste da Etiópia, observaram alta variabilidade para qualidade da bebida, impedindo a formação de grupos, conforme a origem geográfica desses.

As cultivares Catuaí Vermelho IAC 15 (CT-1) e Catuaí Vermelho IAC 44 (CT-2), de mesma origem genética, localizaram-se próximas uma da outra, e do centro do gráfico, mas sem se sobreporem. Tal fato indica que os genes que as diferem, associados àqueles compartilhados entre essas, em interação com o ambiente, provocam fenótipos distintos quanto à qualidade, sobretudo, a relativa a grãos, demonstrada na dispersão referente ao CP1.

Setotaw et al. (2010), estudando por meio de marcadores moleculares a divergência genética entre acessos HT, observaram maior divergência entre os agrupamentos II e III, representados, respectivamente pelos acessos UFV 450-61 e UFV 440-22. No presente trabalho, tais acessos foram codificados como 18 e 11, respectivamente, e como pode ser visualizado na Figura 2, esses apresentaram escores de magnitudes distintas em ambos os componentes. Tal fato indica expressão diferenciada dos genes em relação aos caracteres de qualidade e corrobora com os resultados de divergência previamente observados por Setotaw et al. (2010).

O acesso Catimor UFV 390-52 (cód.24) apresentou no CP2 a melhor qualidade de bebida (88 pontos). Por outro lado, o acesso Catimor UFV 417-97 (cód.26), ocupou a 33ª posição no CP2 (média de 80 pontos). Embora tais acessos sejam pertencentes ao germoplasma Catimor (HT x Caturra), localizaram-se graficamente distantes um do outro no plano das componentes principais (Figura 2), indicando variabilidade genética dentro desse grupo de plantas, para qualidade, sobretudo em relação à bebida.

A distância gráfica observada entre os acessos de Catimor (UFV 390-52 e UFV 417-97) pode ser explicada com base nos resultados de Alvarenga et al. (2005). Esses autores usaram marcadores moleculares e observaram cerca de 53% de distância genética entre os mesmos acessos, considerando o método de agrupamento UPGMA, com as distâncias genéticas (42 bandas polimórficas) expressas pelo complemento do índice de Jaccard.

De modo semelhante, porém destacando a diversidade para qualidade dos grãos, os acessos UFV 427-01 (cód. 6) e UFV 440-22 (cód. 11), ambos pertencentes ao germoplasma HT, foram ranqueados em 4º e 34º, respectivamente, no CP1, estando

dispersos em posições contrárias no plano dos componentes principais (Figura 2). Tal fato justifica-se considerando que, segundo Setotaw et al. (2010), esses apresentam, dentro de um grupo de quarenta e oito HT avaliados, cerca de 92% de distância genética, a partir da análise de dissimilaridade combinando marcadores AFLP, RAPD e SSR, pelo método de agrupamento UPGMA.

Neste trabalho, dentre as cultivares derivadas de HT, apenas a cultivar Sacramento (Catuaí Vermelho IAC 81 x HT UFV 438-52), pôde ser considerada como produtora de café especial, em razão de ter obtido pontuação total acima de 80 pontos na escala da SCAA. No entanto, dos 19 acessos de Híbrido de Timor avaliados, cuja geração anterior possui, em média, entre 10 a 19% de introgressão de genes *C. canephora* (Setotaw, 2009), apenas dois não produziram cafés classificados como especiais pelo critério SCAA. De modo semelhante, cinco acessos HT e dois de seus derivados apresentaram qualidade dos grãos superior a das cultivares tradicionais (Bourbon e do grupo Catuaí).

Considerando a média geral dos genótipos no escore final para qualidade de bebida (82,33), pode-se inferir que a maioria dos acessos HT e derivados possuem potencial genético para a produção de cafés especiais (SCAA, 2013).

Segundo Bertrand et al. (2003) genes associados à resistência à ferrugem e aos nematoides da espécie *Meloidogyne exigua* não têm efeito pleiotrópico na qualidade de bebida. Os mesmos autores inferem que existe alta correlação entre a performance dos pais e a capacidade geral de combinação desses para qualidade de bebida (Bertrand et al., 2003). Nesse contexto, ressalta-se que a variabilidade dos acessos HT pode ser utilizada para obtenção de ganhos em resistência às principais doenças e na qualidade de bebida.

A variabilidade para qualidade dos acessos HT e derivados pode ser explorada no melhoramento, visando aumentar nas populações segregantes a frequência de alelos favoráveis a estas características, fixando-os por meio da seleção assistida durante as seleções e retrocruzamentos com cultivares tradicionais.

Como se observa na Tabela 4, dos 35 genótipos avaliados, o padrão Bourbon vermelho (cód. CT-1), para qualidade da bebida, diferentemente do esperado, ocupou a 27ª posição no CP2, indicando qualidade sensorial próxima a das cultivares do grupo Catuaí, mas inferior à maioria dos HT e derivados.

O desempenho inferior em relação à qualidade de bebida das cultivares sem introgressão de alelos *C. canephora*, poderia ser explicado pela altitude onde os acessos foram avaliados (alt. 650 m). Na mesma altitude, Kitizberg et al. (2010), também observaram qualidade de bebida superior na cultivar derivada do HT (IPR 99), em relação a cultivar Bourbon. Considerando condições de elevada altitude (1200 – 1400 m), Bertrand et al. (2006) não observaram, de modo geral, diferenças na qualidade de bebida entre híbridos de arábica (derivados do HT) e cultivares tradicionais. No entanto, os mesmos autores fazem inferências que, sistematicamente, os híbridos, em altitudes reduzidas de cultivo (700-900m), são superiores em qualidade de bebida.

Sob altitude de 900 m, Pereira et al. (2010) verificaram que a cultivar derivada de HT, Catiguá-MG2 (Catuaí Amarelo IAC 86 x HT UFV 440-10), apresentou por dois anos consecutivos, qualidade sensorial superior a das cultivares tradicionais (Catuaí Amarelo IAC 62 e Bourbon Vermelho). Em estudo relativo à qualidade de bebida, Bertrand et al. (2006) observaram que, em baixas altitudes, os híbridos de arábica apresentam concentração de ácidos graxos 10-20% maior que o das cultivares tradicionais, mostrando no entanto, concentrações semelhantes sob elevadas altitudes.

Frente a esses relatos e considerando que a qualidade de bebida do café tende a melhorar com a redução de temperatura média do ar, ocorrente nos cultivos sob elevada altitude (Bertrand et al., 2012), acredita-se que os acessos identificados neste trabalho como genitores promissores para programas de melhoramento voltados a qualidade, sob elevada altitude, apresentarão nos descendentes, qualidade igual ou superior ao das cultivares tradicionais, com a tendência de serem superiores em altitudes mais reduzidas (600 a 900 m).

Considerando que na formação genotípica dos acessos HT avaliados houve pelo menos dois retrocruzamentos com *C. arabica* (Setotaw, 2009) e que, em média, o germoplasma HT possui de 8 a 27 % de introgressão de genoma *C. canephora* (Lashermes et al., 2000; Setotaw, 2009), acredita-se que uma diversidade de alelos foi inserida nas hibridações, recombinados e fixados nas populações segregantes, justificando a divergência para qualidade entre os HT e seus derivados observadas. Trabalhando com genótipos *C. arabica* divergentes de regiões do Sudoeste da Etiópia, Tessema et al. (2011) verificaram expressiva divergência para qualidade sensorial entre genótipos, também indicando a possibilidade de ganhos em qualidade explorando essa variabilidade.

Pelo exposto e considerando os resultados obtidos no presente trabalho, fica claro a possibilidade de uso dos recursos genéticos HT e derivados, não apenas para resistência a pragas e doenças, mas para melhoria na qualidade dos grãos e da bebida, trazendo complexidade diferenciada a esta.

Visando atender a demanda mundial crescente por cafés com grãos de melhor aspecto visual e alta qualidade sensorial, para serem comercializados crus ou apenas torrados, atualmente são mais interessantes os genótipos com maior percentagem de grãos chatos graúdos (P19 e P18) e melhor avaliação sensorial de bebida (Leroy et al., 2006; Perosa e Abreu, 2009; Gichimu et al., 2012), segundo a metodologia padrão do mercado de cafés especiais. Tais genótipos, em relação ao plano das componentes principais (Figura 1), foram localizados na área do quadrante superior esquerdo (Figura 2). Considerando que para os cruzamentos devem ser escolhidos os melhores genitores, mais divergentes e complementares, destacaram-se como promissores para programas de melhoramento da qualidade do café os acessos UFV 377-34 (cód.5), UFV 390-52 (cód. 24), UFV 450-61 (cód. 18), UFV 451-41 (cód.19) e UFV 454-43 (cód.20). As principais nuances da bebida desses, identificadas por ambos degustadores, suas PME e TOT são apresentadas a seguir:

- UFV 390-52 (Catimor): “Excelente café, aroma floral, sabor frutado lembrando frutas amarelas maduras, acidez delicada, corpo macio e aveludado, muito doce e com finalização longa e adocicada”; PME= 17,12; TOT= 88,00.
- UFV 451-41 (HT): “Ótimo café, aroma e sabor frutado, acidez delicada, corpo macio e com finalização adocicada”; PME= 17,56; TOT= 88,50.
- UFV 454-43 (KP 423 x HT): “Aroma característico, sabor chocolate, acidez média, encorpado, bem balanceado e com boa doçura”; PME= 18,13; TOT= 81,75.
- UFV 450-61 (HT): “Excelente café, aroma e sabor frutado, lembrando frutas amarelas maduras, apresenta acidez delicada, levemente cítrico, corpo leve, suave e macio, um café complexo”; PME= 17,18; TOT= 86,25.

As cultivares tradicionais, receberam de ambos os seguintes comentários:

- Bourbon Vermelho: “Café balanceado, aroma e sabor característicos, acidez e doçura média, encorpado e com finalização seca”; PME= 17,27; TOT= 80,50.

- Catuaí IAC 15: “Um bom café, aroma característico, acidez média, corpo pesado, doçura média, sabor leve de caramelo e final médio”; PME=16,90; TOT=82,00.
- Catuaí IAC 44: “Um bom café, aroma característico, acidez e doçura média, corpo leve, bem limpo e balanceado e final médio”; PME= 17,18; TOT= 82,00.

Como se observa, no ambiente considerado, as cultivares tradicionais apresentaram nuances comuns e menor complexidade nos atributos sensoriais da bebida. Embora tais cafés sejam classificados como especiais (SCAA, 2013), de modo geral são sensorialmente pouco diferenciados em nuances.

#### **4. CONCLUSÕES**

Há divergência genética para qualidade de grãos e de bebida entre os acessos do Híbrido de Timor e progênies e cultivares deles derivadas.

Acessos do germoplasma Híbrido de Timor (UFV 377-34, UFV 450-61, UFV 451-41 e UFV 454-43) e do Catimor (UFV 390-52), são os mais promissores para integrar programas de melhoramento genético, com ênfase na qualidade dos grãos e da bebida.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, M.W.; WIERSMA, J.V. Na adaptation of principal componentes analysis to an assessment of genetic distance. **Research Report.**, Madison, v. 347, p.2-7. 1978.
- ALVARENGA, S. M.; CAIXETA, E.T.; OLIVEIRA, A. C.; RUFINO, R. J.N.; BRITO, G. G.; PEREIRA, A. A.; ZAMBOLIM, L.; SAKIYAMA, N.S. Análise da Diversidade Genética de Cafeeiros do Banco de Germoplasma da UFV/EPAMIG Utilizando Marcadores RAPD. In: IV Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. Londrina. **Anais.** 2005.
- ANTHONY, F., COMBES, M. C., ASTORGA, C., BERTRAND, B., GRAZIOSI, G., & LASHERMES, P. The origin of cultivated *Coffea arabica* L. varieties revealed by AFLP and SSR markers. **Theoretical and Applied Genetics**, 104 (5), 894-900. 2002.
- BERTRAND, B. BOULANGER, R. DUSSERT, S. RIBEYRE, F. BERTHIOT, L. DESCROIX, F. JOET, T. Climatic factors directly impact the volatile organic compound fingerprint in green Arabica coffee bean as well as coffee beverage quality. **Food Chemistry**. v. 135, n.4. 2012.
- BERTRAND, B., ANTHONY, F., LASHERMES, P. Breeding for resistance to *Meloidogyne exigua* in *Coffea arabica* by introgression of resistance genes of *Coffea canephora*. **Plant pathology**, 50(5), 637-643. 2008.
- BERTRAND, B., VAAST, P., ALPIZAR, E., ETIENNE, H., DAVRIEUX, F., & CHARMETANT, P. Comparison of bean biochemical composition and beverage quality of Arabica hybrids involving Sudanese-Ethiopian origins with traditional varieties at various elevations in Central America. **Tree physiology**, 26(9), 1239-1248. 2006.
- BERTRAND, B.; GUYOT, B.; ANTHONY, F.; LASHERMES, P. Impact of *Coffea canephora* gene introgression on beverage quality of *C. arabica*. **Theor. Appl. Genet.** 107:387-394. 2003.
- BETTENCOURT, A. **Considerações gerais sobre o 'Híbrido de Timor'**. Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, Campinas, 20p. 1973. (Circular 23).
- BORÉM, F.M. (Ed.), Pós-colheita do café, UFLA, Lavras, Brasil (2008), pp. 351–384.
- BRITO GG, CAIXETA ET, GALLINA AP, MACIEL-ZAMBOLIM E, ZAMBOLIM L, DIOLA V AND LOUREIRO ME. Inheritance of coffee leaf rust resistance and identification of AFLP markers linked to the resistance gene. **Euphytica**. 173: 255-264. 2010.
- CHAVES, G.M. Melhoramento do cafeeiro visando à obtenção de cultivares resistentes à *Hemileia vastatrix* Berk et Br. **Revista Ceres**. v 23: 321-332. 1976.
- CRUZ, C.D. Genes versão 2006.4.1: programa GENES versão Windows. Editora UFV, Viçosa, Brasil. 2006.

DESSALEGN, Y.; LABUSCHAGNE, M.T.; OSTHOFF, G.; HERSELMAN, L. Genetic diversity and correlation of bean caffeine content with cup quality and green bean physical characteristics in coffee (*Coffea arabica* L.). Society of Chemical Chemistry. **J. Sci. Food Agric** 88:1726-1730.2008.

GICHIMU B. M.; GICHURU E. K.; MAMATI G. E.; NYENDE A. B. Selection within *Coffea arabica* cv. Ruiru 11 for high cup quality. **African Journal of Food Science**. v. 6 (18), pp. 456-464. 2012.

GICHURU, E. K.; AGWANDA, C. O.; COMBES, M.C.; MUTITU, E. W.; NGUGI, E. C. K.; BERTRAND B., LASHERMES, P. Identification of molecular markers linked to a gene conferring resistance to coffee berry disease (*Colletotrichum kahawae*) in *Coffea arabica*. **Plant Pathology**. v. 57 (6), p. 1117-1124. 2008.

GONÇALVES, W.; PEREIRA, A.A. Resistência de cafeeiros a nematóides IV-reação de cafeeiros derivados de Híbridos de Timor a *Meloidogyne exigua*. **Nematologia Brasileira** 22: 39-50. 1998.

HILL, T. & LEWICKI, P. **STATISTICS: Methods and Applications**. StatSoft, Tulsa, OK. 2007.

ITO, D. S., SERA, T., SERA, G. H., DEL GROSSI, L., & KANAYAMA, F. S.. Resistance to bacterial blight in arabica coffee cultivars. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, 8(2), 99-103. 2008.

JOLLIFFE, I.T. 1972. Discarding variables in a principal component analysis; I Artificial data. **Applied Statistics**. 22:160-173. 1972.

JOLLIFFE, I.T. 1973. Discarding variables in a principal component analysis; II Real data. **Applied Statistics**. 22:21-31. 1973.

KATHURIMA, C.W.; GICHIMU, B.M.; KENJI, G.M.; MUHOHO, S.M.; BOULANGER, R. Evaluation of beverage quality and green bean physical characteristics of selected Arabica coffee genotypes in Kenya. **African Journal of Food Science**, v. 3. n.11 pp. 365-371, 2009.

KITZBERGER, C. S. G. ; SCHOLZ, M. B. S; SILVA, G.D.; Toledo, J.B. BENASSI, M. Caracterização sensorial de cafés arábica de diferentes cultivares produzidos nas mesmas condições edafoclimáticas. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 14, p. 39-48, 2010.

KRUG, C. A. O cálculo da peneira média na seleção do cafeeiro. **Rev. Instituto Café**, S. Paulo 26(156) :123-127, 1940.

LASHERMES P, COMBES MC, ROBERT J, TROUSLOT P, D'HONT A, ANTHONY F, CHARRIER A. Molecular characterisation and origin of the *Coffea arabica* L. genome. **Mol Gen Genet**. 261:259–266. 1999.

LASHERMES, P.; ANDRZEJEWSKI, S.; BERTRAND, B.; COMBES, M.C.; DUSSERT, S.; GRAZIOSI, G.; TROUSLOT, P.; ANTHONY, F. Molecular analysis of introgressive breeding in coffee (*Coffea arabica* L.). **Theor. Appl. Genet.** 100:139-146. 2000.

LEROY, T.; RIBEYRE, F.; BERTRAND, B.; CHARMETANT, P.; DUFOUR, M.; MONTAGNOS, C.; MARRACCINI, P.; POT, D. Genetics of coffee quality. **Braz. J. Plant Physiol.** vol.18, n.1, pp. 229-242. 2006.

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

PEROSA, J. M. Y., ABREU, L. H. F. Aspectos econômicos e oportunidades no mercado de cafés de qualidade. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 39(2), 144-150. 2009.

SCAA. - Cupping Specialty Coffee. Specialty Coffee Association of America Protocols. 2009 p. 7. Available on <<http://www.scaa.org/PDF/resources/cupping-protocols.pdf>>. Access in January, 18, 2013.

SETOTAW, T. A. Genetic diversity and genome introgression in coffee. 2009. 73 f. (Doutorado) - UFV - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2009.

SETOTAW, T. A.; Pena, G.F.; ZAMBOLIN, E.M.; PEREIRA, A.A.; SAKIYAMA, N.S. Breeding potential and genetic diversity of "Híbrido do Timor" coffee evaluated by molecular markers. **Crop Breed. Appl. Biotechnol.** v.10, n.4, pp. 298-304. 2010.

TESSEMA, A., ALAMEREW, S., KUFA, T., GAREDEW, W. Genetic Diversity Analysis for Quality Attributes of Some Promising *Coffea arabica* Germplasm Collections in Southwestern Ethiopia. **Journal of Biological Sciences**, 11, 236-244. 2011.

VAN DER VOSSSEN, H. A. M. The cup quality of disease-resistant cultivars of Arabica coffee (*Coffea Arabica*). **Experimental Agriculture**, 45(3), 323. 2009.

ZARATE, L.-A.; CRISTANCHO, M.-A.; MONCADA, P. Strategies to develop polymorphic markers for *Coffea arabica* L. **Euphytica**, 173.2: 243-253. 2010.

## CAPÍTULO 2

### DIVERGÊNCIA ENTRE GENÓTIPOS DE CAFÉ ARÁBICA PARA QUALIDADE SENSORIAL

#### RESUMO

Os objetivos deste trabalho foram: avaliar a divergência genética entre genótipos de *C. arabica* para qualidade sensorial, analisar as correlações entre os atributos da bebida e identificar os genótipos promissores para programas de melhoramento voltados a qualidade do café. Foram avaliados 101 genótipos de *C. arabica*, contemplando diferentes grupos de origem genealógica. Na coleta de frutos e análise sensorial, utilizou-se o delineamento de blocos casualizados com duas repetições. As amostras foram preparadas a partir de frutos cereja processados pela via úmida, com fermentação natural de 24 horas e secagem natural ao sol. Foram avaliados nove atributos sensoriais, segundo metodologia da Associação Brasileira de Cafés Especiais. Os genótipos foram agrupados pelo método K-médias, baseado na distância euclidiana e a divergência intragrupo analisada pelo método de agrupamento hierárquico de Ward. Pelas notas sensoriais, três grupos de genótipos foram formados. O grupo 1, com 40 genótipos e Escore Final médio de 80,11 pontos, o Grupo 2 com 45 genótipos (83,17 pontos) e o Grupo 3 com 16 genótipos (87,56 pontos). Verificou-se correlação genética elevada entre Sabor e Doçura (0,88), assim como, entre essas e o Escore Final (0,92 e 0,93, respectivamente). Existe alta divergência genética para qualidade sensorial entre os genótipos *C. arabica*, e a maioria desses possui qualidade igual ou superior a de cafés especiais, indicando possibilidade de ganhos genéticos. Correlação genética elevada ocorre entre os atributos Sabor e Doçura com o Escore Final. Correlações ambientais indicam que causas de variações ambientais distintas atuam sobre os caracteres de qualidade sensorial. Dezesesseis genótipos divergentes, que apresentam qualidade de cafés especiais superiores, foram identificados como promissores para o melhoramento da qualidade sensorial do café.

## DIVERGENCE BETWEEN COFFEE ARABIC GENOTYPES FOR SENSORY QUALITY

### ABSTRACT

The aims of this work were: evaluate, under a protocol established in the specialty coffee market, the genetic divergence among genotypes of *Coffea arabica* for sensory quality, analyze the correlations between the cup quality attributes and identify the most promising genotypes for breeding programs aimed at coffee quality. We evaluated 101 *C. arabica* genotypes, covering different groups of genealogical origin. In collecting fruits and sensory analysis, it was used a randomized block design with two replications. The samples were prepared from cherry fruit processed by the wet method, with 24 hours natural fermentation and natural dry in the sun. We evaluated nine sensory attributes, according to the methodology of the Brazilian Specialty Coffee Association. The genotypes were clustered by K-means method based on Euclidean distance and intragroup divergence analyzed by hierarchical clustering method of Ward. Based on sensory notes, we formed three genotype groups. Group 1, with 40 genotypes and Final Score average 80.11 points, Group 2 with 45 genotypes (83.17 points) and Group 3 with 16 genotypes (87.56 points). There was high genetic correlation between Flavor and Sweetness (0.88), and between these and the Final Score (0.92 and 0.93, respectively). There is high genetic divergence for sensory quality between genotypes. Most of these ones have equal or greater quality than specialty coffee, indicating the possibility of genetic gains. High genetic correlation occurs between Sweetness and Flavor attributes with the Final Score. Environmental correlations indicate that distinct causes of environmental changes are acting on different sensory quality characters. Sixteen different genotypes that have quality of superior specialty coffees were identified as promising for improving the sensory quality of the coffee.

## 1. INTRODUÇÃO

No contexto atual de superproduções, a diferenciação qualitativa do café tornou-se prioridade para agregar mais valor ao produto (ICO, 2013). Considerando que a qualidade do café é dependente de fatores ambientais e genéticos (Leroy et al., 2006), e que atualmente se conhece ambientes e tecnologias de pós-colheita que a favorecem (Bertrand et al., 2012; Borém et al., 2013), programas de melhoramento genético de diversos países buscam informações sobre a variabilidade genética para qualidade, especialmente a sensorial, que atende o mercado de cafés especiais.

Diversos trabalhos, utilizando marcadores moleculares, tem demonstrado em níveis distintos, a variabilidade genética existente no germoplasma de *C. arabica* (Setotaw et al., 2010; Aerts et al., 2012; Geleta et al., 2012). Contudo, devido a dificuldades intrínsecas de uma avaliação padronizada para qualidade sensorial, pouco se conhece sobre a divergência genética nesta característica.

Tessema et al. (2011), estudando a diversidade genética para qualidade entre 21 genótipos de café arábica, coletados em seis regiões do sudoeste da Etiópia, verificaram expressiva divergência entre os genótipos, entre e dentro regiões de origem geográfica, sugerindo a possibilidade de ganhos em qualidade com a seleção de genitores promissores. No Quênia, Kathurima et al. (2009) avaliando a qualidade de bebida de 42 genótipos elites de café arábica, verificaram a formação de dois grupos sensoriais a 47% de dissimilaridade, permitindo ganhos genéticos na qualidade de bebida do café.

Embora a maioria das cultivares de *C. arabica* sejam próximas geneticamente (Anthony et al., 2002; Setotaw et al., 2013), vários autores constataram diversidade sensorial entre cultivares nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, identificando nesses ambientes, cultivares modernas (derivadas de Híbrido de Timor) e tradicionais como superiores (Pereira et al., 2010; Kitzberg et al., 2010; Chalfoun et al., 2013; Scholz et al., 2013).

Com exceção de alguns trabalhos (Pereira et al., 2010, Chalfoun et al., 2013) que utilizam protocolos do mercado de cafés especiais para análise sensorial (BSCA, 2013; SCAA, 2013), a variabilidade para qualidade sensorial tem sido estudada sob critérios pouco comuns a nível mundial (Bertrand et al., 2006; Kathurima et al., 2009; Tessema et al., 2011; Scholz et al., 2013), gerando informações importantes, mas que limitam a reflexão comparativa desses estudos.

Nesse contexto, os objetivos deste trabalho foram: i) avaliar, sob protocolo estabelecido no mercado de cafés especiais, a divergência genética entre genótipos de *C. arabica* para qualidade sensorial; ii) analisar as possíveis correlações entre os atributos da bebida; e iii) identificar os genótipos mais promissores para integrar programas de melhoramento genético com ênfase na qualidade do café.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### *Genótipos avaliados*

Foram avaliados 101 genótipos de *Coffea arabica*, em fase adulta de produção, conservados no Banco Ativo de Germoplasma de *Coffea spp.* da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), em Patrocínio-MG (18° 54' S; 46° 50' W, 975 m alt.). A região apresenta clima tipo Cwa, de acordo com a classificação de Koppen, com temperatura média anual e precipitação de 21,6°C e 1643,1 mm, respectivamente. A seleção dos acessos foi realizada contemplando os principais grupos de interesse agrônômico, carga pendente de frutos e vigor vegetativo dos cafeeiros (Tabela 1).

Tabela 1. Código e designação dos acessos, cultivares e progênies de café do Banco Ativo de Germoplasma da Epamig, avaliados quanto à qualidade sensorial da bebida.

<b>Cód</b>	<b>Acessos</b>	<b>Designação dos Acessos</b>	<b>Cód.</b>	<b>Acessos</b>	<b>Designação dos Acessos</b>
1	MG0009	Bourbon Amarelo	48	MG0545	Bourbon N 39 x Híbrido Timor
2	MG0011	Bourbon Vermelho	49	MG0554	Bourbon N 39 x Híbrido Timor
3	MG0012	Bourbon Amarelo	50	MG0558	Bourbon N 197 x Híbrido Timor
4	MG0014	Bourbon Vermelho	51	MG0563	Bourbon N 197 x Híbrido Timor
5	MG0016	Bourbon Vermelho	52	MG0571	S 4 Agaro x Híbrido Timor
6	MG0025	Bourbon Vermelho	53	MG0576	S 4 Agaro x Híbrido Timor
7	MG0027	Bourbon Vermelho	54	MG0587	Dilla & Alghe x Híbrido Timor
8	MG0036	Bourbon Amarelo	55	MG0597	KP 423 UFV 163-04
9	MG0041	Bourbon Amarelo	56	MG0603	K 7 IAC 1151-2 c1003 UFV 165-04
10	MG0043	Bourbon Amarelo	57	MG0608	KP 423 UFV 182-04
11	MG0064	Bourbon Vermelho	58	MG0651	Caturra Vermelho x DK 1/ 6
12	MG0066	Bourbon Vermelho	59	MG0654	Caturra Vermelho x DK 1/ 6
13	MG0126	Bourbon Amarelo	60	MG0692	Caturra Amarelo x CIFC H358/5
14	MG0130	Sumatão Ponta Roxa	61	MG0694	Caturra Amarelo x CIFC H358/5
15	MG0133	Sumatão Ponta Roxa	62	MG0851	CIFC H 310/1 x Mundo Novo
16	MG0134	Sumatra Palma	63	MG0891	Bourbon 43/7 x RP13 x CIFC H 264
17	MG0138	Mundo Novo Purpuracens	64	MG0896	Caturra Vermelho x S 333
18	MG0139	Mundo Novo Amarelo	65	MG0899	Caturra Vermelho x S 333
19	MG0145	Planta Desconhecida	66	MG0926	Caturra Vermelho x S 795
20	MG0151	Icatu Amarelo IAC 3282	67	MG0932	Catuaí SH2 SH3
21	MG0154	Café Brasil	68	MG1032	Mundo Novo x CIFC H 288/4
22	MG0165	Maragogipe Amarelo	69	MG1034	Mundo Novo x CIFC H 288/4
23	MG0173	Maragogipe Vermelho	70	MG1038	Sarchimor UFV 349-04
24	MG0187	Caturra Vermelho	71	MG1045	Sarchimor UFV 349-77
25	MG0193	Caturra Amarelo	72	MG1054	Sarchimor UFV 350-39
26	MG0194	Caturra Amarelo Colombiano	73	MG1059	Sarchimor UFV 350-98
27	MG0212	Caturra Amarelo	74	MG1060	Obatã IAC 1669-20
28	MG0213	Caturra Vermelho	75	MG1079	Cavimor UFV 357-04
29	MG0223	Pacamara	76	MG1083	Cavimor UFV 357-08
30	MG0245	Obatã Tardio	77	MG1085	Cavimor UFV 357-22
31	MG0248	Obatã Amarelo	78	MG1108	Catimor UFV 355-18
32	MG0277	Híbrido de Timor UFV 376-52	79	MG1126	Catimor UFV 390-52
33	MG0289	Híbrido de Timor UFV 376-01	80	MG1140	Catimor UFV 395-02
34	MG0304	Híbrido de Timor UFV 427-15	81	MG1156	Catimor MS
35	MG0313	Híbrido de Timor UFV 428-04	82	MG1157	Catimor PI 09
36	MG0333	Híbrido de Timor UFV 437-10	83	MG1158	Catimor PI 04
37	MG0338	Híbrido de Timor UFV 439-02	84	MG1159	Catimor PI 07
38	MG0339	Híbrido de Timor UFV 439-03	85	MG1160	Catimor PI 11
39	MG0357	Híbrido de Timor UFV 441-04	86	MG1188	Icatu Amarelo IAC 2944
40	MG0369	Híbrido de Timor UFV 443-03	87	MG1206	Bourbon Vermelho
41	MG0420	Mundo Novo x S795 UFV 315-04	88	MG1209	Amarelo de Botucatu
42	MG0438	Mundo Novo x S795 UFV 335-04	89	MG1218	Sumatra Fruto Alaranjado
43	MG0494	K 7 x Híbrido Timor UFV 452-30	90	MG1222	Mundo Novo Amarelo
44	MG0530	H 66 x Híbrido Timor UFV 372-11	91	MG1230	Mundo Novo I MP 376-4
45	MG0534	BE 5 Wush-Wush x Híbrido Timor	92	MG1238	Mundo Novo I LCP 379-19
46	MG0536	BE 5 Wush-Wush x Híbrido Timor	93	MG1256	Mundo Novo II CP 388-17-16
47	MG0540	BE 5 Wush-Wush x Híbrido Timor			
<b>Genótipos testemunhas</b>					
94	Catiguá-MG 2		98	H419-6-2-3-4 amarelo	
95	Catuaí Amarelo IAC 62		99	H419-6-2-5-2 vermelho	
96	Catuaí Vermelho IAC 99		100	Pau-Brasil MG 1	
97	Catuaí Veremelho IAC 144		101	Paraíso MG H419-1	

### *Coleta e Preparo das Amostras*

Para o preparo das amostras foram colhidos seletivamente 30L de frutos maduros no estágio “cereja” de modo igualitário dentre dez plantas úteis que compõem a parcela. Após a colheita foram eliminados os eventuais frutos diferentes do estágio desejado. Cerca de 4 a 6 horas após a colheita as amostras foram despulpadas mecanicamente (descascador Pinhalense modelo DPM-02 n° 928) e os resíduos, cascas remanescentes, grãos quebrados e brocados foram retirados dessas. Em seguida, as amostras foram acondicionadas em baldes plásticos de 20L, para serem desmuciladas por meio de fermentação natural, durante 24h. Para evitar a elevação excessiva da temperatura na amostra, trocou-se a água quando a temperatura se aproximava de 40° C.

Após o período de fermentação, os grãos em pergaminho foram lavados manualmente, sob água limpa corrente. Para secagem, a amostra foi espalhada em peneiras com dimensões de 1m<sup>2</sup>, construídas de tela de polietileno (malhas de 1mm<sup>2</sup>) e laterais de madeira de 7 cm de altura para a secagem a pleno sol, onde realizou-se o manejo comum de secagem até que os grãos atingissem 11% de umidade.

Após a secagem, os grãos foram acondicionados em sacos de papel pardo de folha dupla por um período de descanso de 40 dias. Decorrido esse período, as amostras foram beneficiadas (beneficiadora Palini & Alves, modelo PA-AMO/30, Série n° 387) e acondicionadas em sacos plásticos impermeáveis até o momento da classificação do tamanho, formato dos grãos e avaliação sensorial de bebida.

### *Características Avaliadas*

Foram avaliadas em cada genótipo nove características sensoriais, relativas aos padrões organolépticos da bebida. A análise sensorial da bebida foi realizada por dois provadores por repetição (amostra), utilizando a metodologia do CoE (*Cup of Excellence*) aprimorada pela Associação Brasileira de Cafés Especiais (BSCA, 2013). Foram avaliados os atributos: Bebida Limpa (BLI), Doçura (DOÇ), Acidez (ACI), Corpo (COR), Sabor (SAB), Retrogosto (RTG), Balanço (BAL) e Geral (GER). Nesta metodologia, cada amostra começa com uma pontuação inicial de 36 pontos, aos quais vão sendo incorporadas as notas de cada atributo (0 – 8), compondo o Escore Final (ESF). Genótipos que obtiverem Escore Final superior a 80 são classificados como cafés especiais. Para cada amostra foi considerada a nota média entre os provadores. Os dados relativos à bebida foram obtidos de grãos com peneira  $\geq 16$ .

Nos genótipos que se destacaram para qualidade sensorial, foram avaliadas características de qualidade dos grãos (tamanho e forma) por meio da peneira média dos grãos (PME), obtida do somatório da massa de grãos de cada peneira multiplicado pelo número da peneira em relação a massa total de grãos (Krug, 1940), e a porcentagem de grãos moca (PMO), oriunda da soma das percentagens retidas nas peneiras moca 11, 10 e 9. Nessas avaliações foram utilizadas amostras de 100 gramas de grãos beneficiados.

### *Análises Estatísticas*

As amostras foram coletadas em genótipos dispostos no campo sob o delineamento em blocos casualizados com duas repetições e parcela de dez plantas. Para as avaliações da bebida e dos grãos, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com 101 tratamentos (genótipos) e duas repetições (amostras). Realizou-se a análise de variância e foram estimados os coeficientes de correlação fenotípica, genotípica e ambiental entre as características sensoriais da bebida, conforme descrito por Cruz et al. (2004). A significância das correlações fenotípicas foram estimadas através do Teste t. Para as correlações genéticas e ambientais utilizou-se o procedimento de “*bootstrap*” com 5.000 simulações.

Os dados foram padronizados (variância unitária) e submetidos ao método de agrupamento K-médias (Hageman et al., 2012), utilizando a distância euclidiana quadrática, para agrupamento dos genótipos mais similares. O número de grupos ideal foi determinado, a partir da variância e da soma de quadrado dos resíduos desses, avaliando o intervalo de dois a oito grupos.

A divergência genética dentre os grupos formados (intragrupos K-médias) foi avaliada segundo o agrupamento hierárquico de Ward, baseado na distância generalizada de Mahalanobis. As médias das características da bebida e dos grãos dos genótipos superiores foram avaliadas de pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas utilizando os programas Genes (Cruz, 2006) e Statistica (Hill e Lewicki, 2007).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Correlações

Em sua maioria, as estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica, genotípica e ambiental entre os caracteres sensoriais da bebida foram baixas, entretanto, entre algumas características as correlações foram elevadas (Tabela 2).

Tabela 2. Estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica ( $r_f$ ), genotípica ( $r_g$ ) e ambiental ( $r_a$ ) entre caracteres sensoriais de genótipos de *C. arabica*.

	Correlação	Caracteres sensoriais da bebida <sup>1</sup>							
		BLP	DOÇ	ACI	COR	SAB	RGT	BAL	GER
DOÇ	$r_f$	0,36**							
	$r_g$	0,38 <sup>+</sup>							
	$r_a$	0,27 <sup>+</sup>							
ACI	$r_f$	0,31**	0,54**						
	$r_g$	0,38	0,65						
	$r_a$	0,00	0,12						
COR	$r_f$	0,32**	0,70**	0,47**					
	$r_g$	0,34	0,75 <sup>++</sup>	0,56					
	$r_a$	0,23	0,46 <sup>++</sup>	0,18					
SAB	$r_f$	0,39**	0,82**	0,55**	0,68**				
	$r_g$	0,40 <sup>++</sup>	0,88 <sup>++</sup>	0,63 <sup>++</sup>	0,74 <sup>++</sup>				
	$r_a$	0,33 <sup>+</sup>	0,51 <sup>++</sup>	0,23	0,44 <sup>++</sup>				
RGT	$r_f$	0,31**	0,40	0,36**	0,42**	0,62**			
	$r_g$	0,38 <sup>+</sup>	0,65	0,40 <sup>+</sup>	0,46 <sup>+</sup>	0,75 <sup>+</sup>			
	$r_a$	0,05	0,21	0,26 <sup>+</sup>	0,32 <sup>+</sup>	0,15			
BAL	$r_f$	0,65**	0,38**	0,28**	0,24*	0,38**	0,34**		
	$r_g$	0,76 <sup>+</sup>	0,48	0,40	0,33 <sup>+</sup>	0,47	0,50		
	$r_a$	0,25 <sup>+</sup>	0,02	-0,05	-0,04	0,08	-0,09		
GER	$r_f$	0,50**	0,68**	0,45**	0,50**	0,61**	0,49**	0,58**	
	$r_g$	0,59 <sup>++</sup>	0,80 <sup>++</sup>	0,54 <sup>++</sup>	0,57 <sup>++</sup>	0,67 <sup>++</sup>	0,59 <sup>++</sup>	0,74 <sup>++</sup>	
	$r_a$	0,14	0,27 <sup>+</sup>	0,19	0,25	0,39 <sup>+</sup>	0,22	0,12	
ESF	$r_f$	0,56**	0,89**	0,66**	0,76**	0,90**	0,72**	0,57**	0,80**
	$r_g$	0,58 <sup>++</sup>	0,93 <sup>++</sup>	0,72 <sup>++</sup>	0,79 <sup>++</sup>	0,92 <sup>++</sup>	0,78 <sup>++</sup>	0,67 <sup>++</sup>	0,85 <sup>++</sup>
	$r_a$	0,40 <sup>++</sup>	0,70 <sup>++</sup>	0,44 <sup>++</sup>	0,68 <sup>++</sup>	0,74 <sup>++</sup>	0,55 <sup>++</sup>	0,18	0,60 <sup>++</sup>

<sup>1</sup> Características da bebida: Doçura (DOÇ), Acidez (ACI), Corpo (COR), Sabor (SAB), Retrogosto (RGT), Balanço (BAL), Geral (GER) e Escore Final (ESF).

\*\*,\* Significativo pelo teste t, a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

<sup>++</sup>,<sup>+</sup> Significativo a 1 e 5 % de probabilidade pelo procedimento de “*bootstrap*” com 5.000 simulações.

As correlações ambientais, para a maioria dos caracteres, foram de baixa magnitude e mesmo sinal em relação às correlações genéticas, indicando baixa associação entre os caracteres quanto aos componentes não aditivos (Falconer e Mackay, 1996). Nesse sentido, em geral, os caracteres não são influenciados pelos mesmos fatores do ambiente, exceção ocorrendo entre o Escore Final e os atributos de

Doçura ( $r_a = 0,70$ ) e Sabor ( $r_a = 0,74$ ), indicando que esses caracteres são influenciados em igual sentido pelas mesmas diferenças de ambiente.

Considerando as correlações genéticas, para o caráter Doçura foi observada elevada correlação ( $r_g = 0,93$ ) com o Escore Final. A doçura da bebida é resultante da percepção da presença de determinados carboidratos, cujos níveis na bebida podem afetar diretamente outros atributos sensoriais como o Sabor (SCAA, 2013).

O Sabor representa a intensidade, qualidade e complexidade da combinação de atributos na bebida. A correlação genética entre Sabor e Doçura foi elevada ( $r_g = 0,88$ ), assim como entre Sabor e Escore Final ( $r_g = 0,92$ ). Uma vez que o Escore Final é resultante do somatório das notas nas demais características, a elevada correlação identificada indica que ganhos indiretos na qualidade dos demais atributos sensoriais poderiam ser obtidos por meio da seleção indireta no caráter Doçura ou Sabor. Contudo, a correlação indica apenas a associação entre caracteres, não explicando a relação de causa e efeito. Para isso, é necessária a decomposição dos efeitos diretos e indiretos entre as variáveis para a escolha do melhor critério de seleção. Agwanda et al. (2003), verificando alta correlação entre Sabor e Preferência pelos avaliadores, indicou o Sabor como possível critério para obtenção de ganhos em qualidade de bebida.

Correlações fenotípicas de Sabor e Doçura em relação ao Escore Final foram de igual sinal e magnitude semelhante à correlação genética (0,90 e 0,89, respectivamente) indicando que a associação dos caracteres a nível gênico não foi comprometida pelos efeitos modificadores do ambiente (Pandey, 1981).

Estudando correlações entre caracteres sensoriais da bebida de genótipos coletados na Etiópia, Dessalegn et al. (2008), observaram correlações de magnitude superior entre Sabor e Corpo (0,93) e inferior entre Sabor e qualidade global da bebida (0,78). Em estudo semelhante, Kathurima et al. (2009), também observaram correlações positivas para caracteres sensoriais, nas quais a de maior magnitude (0,78), entre Sabor e Retrogosto, foi semelhante ao observado neste trabalho.

As variações observadas nos valores de correlação (apenas em magnitude) entre os trabalhos decorrem da diversidade genética dos indivíduos avaliados, bem como das distintas condições climáticas de cultivo, processamentos dos frutos e avaliação sensorial.

### *Análise de divergência*

Aplicando o procedimento K-médias para o estudo da divergência genética entre os acessos, três grupos distintos foram formados. Esse procedimento (K-médias) tem sido aplicado comumente por diversos autores (Sarkar et al., 2011; Hageman et al., 2012; Meirmans, 2012), em trabalhos com elevado número de genótipos visando à formação de grupos menos heterogêneos.

Os grupos formados diferiram em todas as características sensoriais ( $P < 1\%$ ), permitindo isolar conjuntos de acessos quanto à qualidade potencial. No ambiente avaliado, o grupo 1, apresentou o menor Escore Final médio (80,11 pontos), contudo, dos 40 genótipos que o compõem, apenas 12 não produziram cafés classificados como especiais ( $> 80$  pontos) (BSCA, 2013). O grupo 2, composto por 45 genótipos, apresentou valores médios entre os demais (83,17 pontos) para qualidade, enquanto, o grupo 3, composto por 16 genótipos, apresentou Escore Final de 87,56 pontos.

Embora fatores como a relação folha/frutos na planta, a idade fisiológica desta, entre outros possam influenciar na qualidade potencial da bebida (Bertrand et al., 2012; Vaast et al., 2006; Leroy et al., 2006), verificou-se que dos 101 genótipos avaliados, cerca de 90%, não importando a origem genealógica desses, produziram cafés classificados como especiais, demonstrando que poucos acessos podem ter limitações genéticas para qualidade.

Analisando a média das características de cada grupo (Figura 1), observou-se maior semelhança entre esses para os atributos Bebida Limpa e Balanço. Bebida Limpa relaciona-se a ausência de defeitos sensorialmente perceptíveis na bebida. Considerando essa descrição, era de se esperar efeito genético nulo nesse atributo, no entanto, diferenças estatísticas foram observadas entre os genótipos.

Para Balanço, efeitos genéticos podem ser esperados visto que este representa uma relação de interação entre os demais atributos, podendo proporcionar efeitos sinérgicos, contrastantes ou complementares (SCAA, 2013).

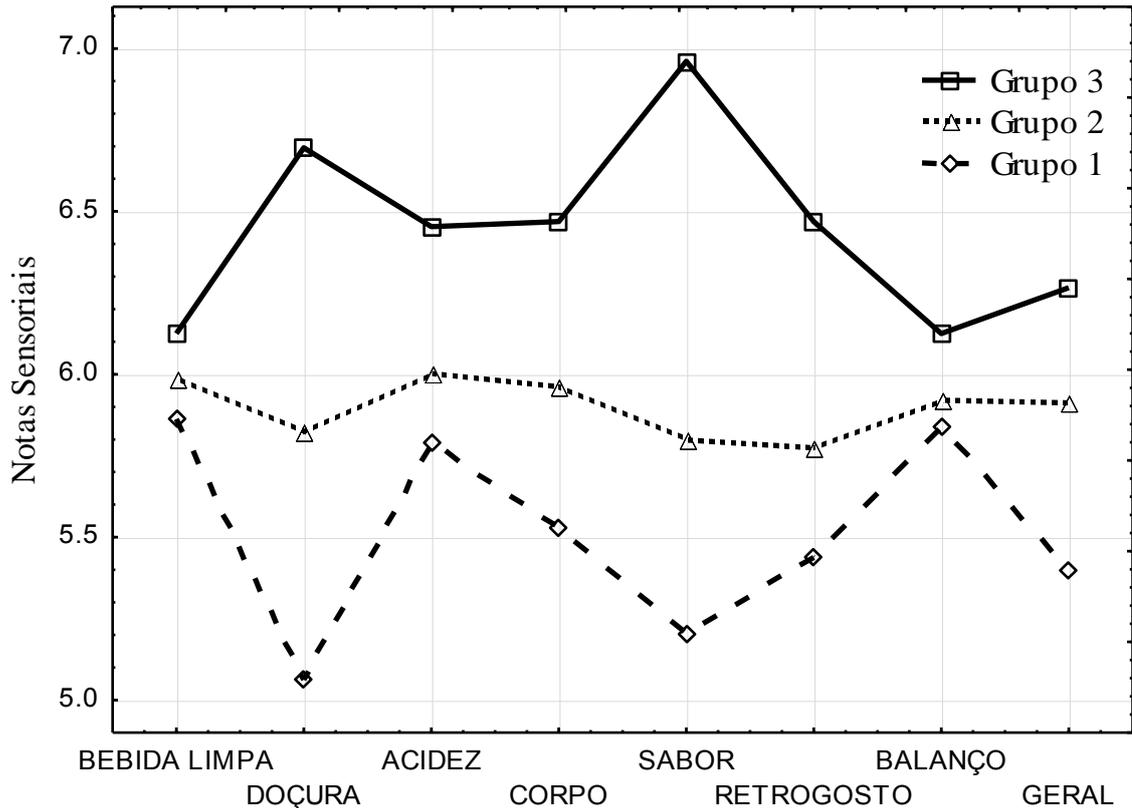


Figura 1. Notas médias para as características sensoriais da bebida dos grupos de genótipos formados segundo o método K-médias.

Nos demais atributos da bebida, a diferença entre os grupos foi superior, sobretudo para Doçura e Sabor, cujo intervalo de notas entre o grupo inferior e superior foi de 5,1 a 6,7 e 5,2 a 7,0, respectivamente. Esse intervalo, de cerca de 1,8 pontos para essas características, de 0,7 para Acidez e próxima a 1,0 para Corpo, Retrogosto e Geral, indica a possibilidade de ganhos genéticos por meio de hibridações entre parentais superiores e complementares. Segundo Leroy et al. (2006) e outros autores (Bertrand et al., 2006; Dessalegn et al., 2008), o melhoramento genético para qualidade pode ter sua eficiência aumentada através da seleção assistida por marcadores moleculares, aplicados a caracteres de herdabilidade mediana como trigonelina, ácidos clorogênicos ou sacarose.

Em geral, nos grupos formados pelo procedimento K-médias, acessos de origem genealógica semelhante, com base na qualidade sensorial, não foram alocados no mesmo grupo, ocorrendo, portanto, dispersão dos acessos Bourbon, Catimor, Sarchimor e Híbridos de Timor dentre os três grupos formados. Isso ocorre provavelmente devido

a variabilidade genética existente dentre os grupos de origem genealógica (Sobreira et al. dados não publicados).

Utilizando a geração parental dos genótipos avaliados neste estudo, Alvarenga et al. (2005) verificaram, com base em marcadores moleculares, divergência entre os acessos Catimor e outros híbridos de Caturra. De modo semelhante, com os mesmos acessos, Setotaw et al. (2010) utilizando dados combinados de diferentes marcadores moleculares, demonstraram expressiva variabilidade genética entre os acessos Híbridos de Timor. A divergência genética relatada por esses autores com dados moleculares, justifica a variabilidade para qualidade observada neste trabalho.

Utilizando dados sensoriais da bebida para o estudo da diversidade, Tessema et al., (2011), verificaram que genótipos silvestres da Etiópia não foram agrupados segundo a região de origem geográfica. Segundo os autores, esse resultado poderia ser explicado pelo fluxo gênico entre as regiões. Contudo, no mesmo país, utilizando marcadores moleculares, Esayas (2005) agruparam os genótipos silvestres conforme a origem geográfica desses.

Considerando os relatos de outros autores e os resultados deste trabalho, acredita-se que as variações genéticas existentes, mesmo entre genótipos de *background* semelhantes, proporcionem a dispersão dos genótipos observada. Scholz et al. (2013) verificaram variabilidade para os atributos da qualidade sensorial entre cultivares geneticamente próximas do grupo Sarchimor e Catucaí (Catucaí x Icatu), observando também variações na dispersão dessas, conforme o ambiente em estudo. A ocorrência de bebidas de qualidade diferenciada oriundas de progênies geneticamente semelhantes indica a possibilidade de ganhos em qualidade sensorial através da recombinação de genótipos superiores, identificados por seleção assistida para qualidade nos ambientes. Variabilidade genética entre progênies Sarchimor em gerações avançadas também foi constatada por Silveira et al. (2003), podendo-se esperar, pelo exposto anteriormente, que essas também sejam divergentes para qualidade.

Esses resultados indicam que a partir do germoplasma tradicional arábica, de menor variabilidade genética (Lashermers et al., 1999; Anthony et al., 2002), bem como de germoplasma mais divergente, como os acessos Híbridos de Timor (Setotaw et al., 2010), ganhos em qualidade sensorial podem ser obtidos aumentando a frequência de alelos favoráveis e capitalizando a interação com o ambiente.

Trabalhando com um número reduzido de genótipos (21), Tessema et al. (2011), utilizaram de modo satisfatório métodos de agrupamento hierárquico no estudo da diversidade genética para qualidade sensorial. No presente estudo, em função do número de genótipos (101), obteve-se inicialmente grupos reduzidos pelo procedimento K-médias, para o posterior detalhamento da divergência entre os acessos por meio do agrupamento hierárquico de Ward, baseado na menor variância entre pares genotípicos.

No Grupo 1, composto por acessos sensorialmente inferiores, foram formados três Subgrupos a cerca de 72% de dissimilaridade (Figura 2). No Subgrupo 1 alocaram-se 16 acessos com diferentes origens genealógicas, cuja média para o Escore Final foi de 79,96 pontos.

O Subgrupo 2, com 20 acessos e média de 80,64 pontos, incluiu genótipos (Catuaí Vermelho IAC 144, acessos Catimor, Sarchimor e Bourbon) com notas pouco superiores (0,5 pontos) para Doçura e Sabor em relação ao Subgrupo anterior.

O Subgrupo 3 apresentou a menor média para Escore Final (78,06 pontos), e diferente do esperado foi composto por três acessos Bourbon (cód. 7, 8 e 12) e um Caturra (cód. 26) que não atingiram a pontuação mínima para serem classificados como especiais (BSCA, 2013).

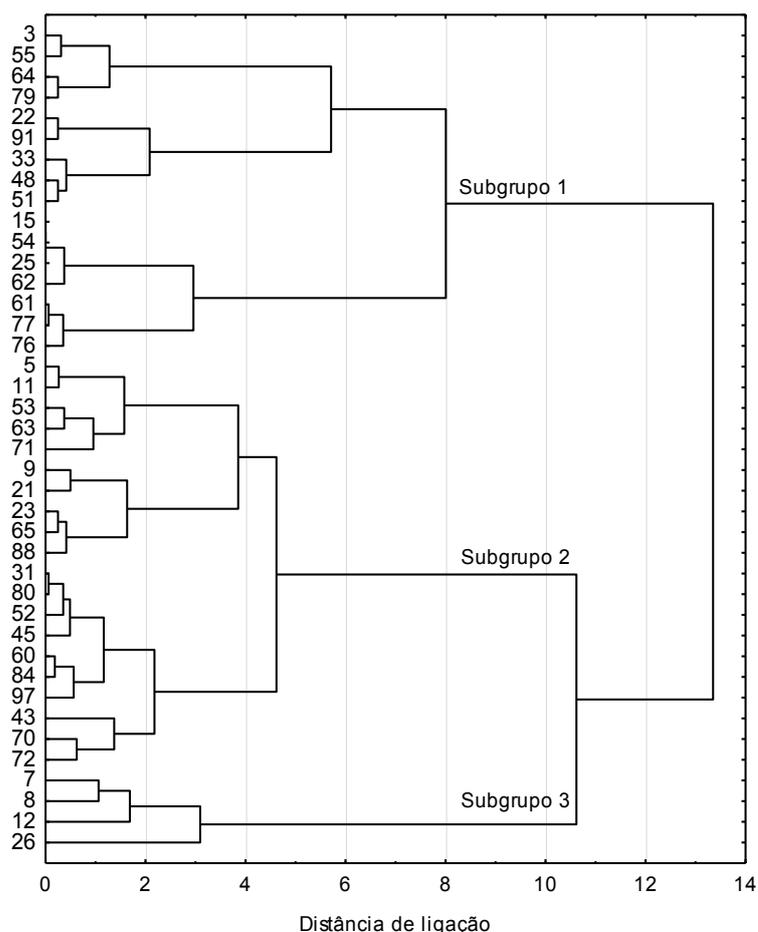


Figura 2. Dendrograma dos 40 genótipos pertencentes ao grupo dois (método *K-means*) obtido pelo agrupamento de Ward, baseado na distância generalizada de Mahalanobiss das características sensoriais da bebida (Números referem-se aos códigos dos acessos na Tabela 1).

Desempenho inferior de genótipos Bourbon, Caturra e Catuaí, em relação a cultivares modernas, tem sido recentemente relatado por alguns autores. A semelhança deste trabalho, onde a cultivar Pau-Brasil MG1 (Catuaí Vermelho IAC 141 x Híbrido de Timor UFV 442-34) escore final de pontos superior aos demais genótipos, Kitzberg et al. (2010), sob altitude de 700 m, verificaram qualidade de bebida superior na cultivar derivada de HT (IPR 99) em relação a cultivar Bourbon. De forma semelhante, Pereira et al. (2010) verificaram que a cultivar Catiguá-MG 2 (HT UFV 440-10 x Catuaí Amarelo IAC 86), apresentou por dois anos consecutivos (altitude de 900 m) qualidade sensorial superior a de cultivares tradicionais (Catuaí Amarelo IAC 62 e Bourbon Vermelho). Entretanto, Sobreira et al. (dados não publicados), analisando a qualidade entre grupos de genótipos discriminados segundo a origem genealógica, verificaram

semelhanças (altitude de 900 m) entre os grupos de cultivares derivadas de Híbrido de Timor e de cultivares tradicionais (Catuaí, Mundo Novo e Bourbon). Considerando condições de elevada altitude (1200 – 1400 m), Bertrand et al. (2006) não observaram, em geral, diferenças na qualidade de bebida entre híbridos de arábica (derivados de HT) e cultivares tradicionais.

Posto que a qualidade de bebida do café tende a melhorar com a redução de temperatura média do ar, ocorrente nos cultivos sob elevada altitude (Bertrand et al., 2012), acredita-se que os acessos identificados neste trabalho como genitores promissores para programas de melhoramento genético com ênfase na qualidade, sob elevada altitude apresentarão em gerações segregantes, indivíduos com qualidade igual ou superior a das cultivares tradicionais, com a tendência de serem superiores nas altitudes reduzidas (600 a 900 m).

O Grupo 2, com notas sensoriais intermediárias entre os demais grupos, foi subdividido em dois Subgrupos (Figura 3), considerando cerca de 80% de dissimilaridade (Mojena, 1977). No Subgrupo 1, com 24 genótipos, foram alocados aqueles com notas inferiores a seis pontos para todas as características e Escore Final entre 81,5 e 83,5 pontos. Neste Subgrupo, foram incluídas as cultivares Catuaí Vermelho IAC 99 (cód. 96), Mundo Novo MG 1222 e MG 1238 (cód. 90 e cód. 92) e Catiguá MG2 (cód. 94). No Subgrupo 2, composto por 21 genótipos, incluindo a cultivar Catuaí Amarelo IAC 62 (cód. 95), o Escore Final foi de 83,0 a 85,5 pontos. O acesso MG 0926 (cód. 66) (Caturra x S795), isolou-se dos demais por sua nota superior para Retrogosto (7,0 pontos).

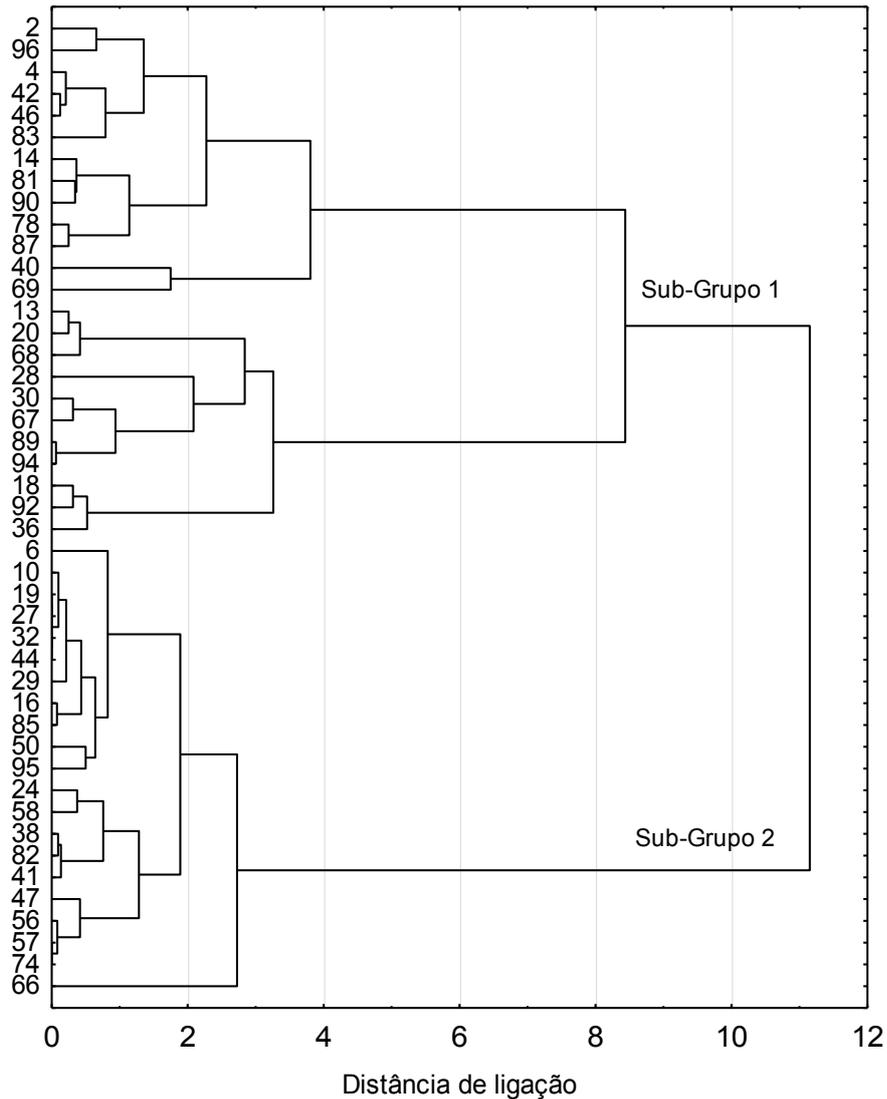


Figura 3. Dendrograma dos 45 genótipos pertencentes ao grupo dois (método K-médias), baseado nas características sensoriais da bebida, utilizando o quadrado da distância euclidiana e agrupamento de Ward. (Números referem-se aos códigos dos acessos na Tabela 1).

No grupo 3, devido à discrepância para qualidade de dois genótipos, optou-se pela formação de três subgrupos a cerca de 35% da máxima dissimilaridade (Figura 4). O Subgrupo 1, com Escore Final de 87,52 pontos, foi composto pelos acessos Híbridos de Timor (cód. 34, 35 e 39), Bourbon (cód. 1), Catimor (cód. 75), da cultivar de origem Sarchimor Obatã 1669-20 (cód. 73) e a progênie H419-6-2-3-4 (cód. 98) e a cultivar de mesma origem Paraíso H419-1 (cód. 101).

No Subgrupo 2, com média de 85,55 pontos, alocaram-se próximos, o acesso Híbrido de Timor MG 0338 (cód. 37), a cultivar Icatu Amarelo IAC 2944 (cód.86),

derivada cruzamento natural entre Icatu Vermelho (*C. canephora* – robusta X *C. arabica* – Bourbon) e Mundo Novo Amarelo, e o acesso MG 1256 (Mundo Novo) (cód. 93).

No Subgrupo 3, com Escore Final de 92,75 pontos, destacaram-se a cultivar Pau-Brasil MG 1 (Catuaí Vermelho IAC 141 x HT UFV 442-34) (cód. 100) e a progênie avançada H419-6-2-5-2 (Catuaí Amarelo IAC 30 x HT UFV445-46) (cód. 99), ambos genótipos possuem resistência à ferrugem (*Hemileia vastatrix*) e são produtos recentes de um programa de melhoramento baseado na diversidade genética de acessos do Híbrido de Timor.

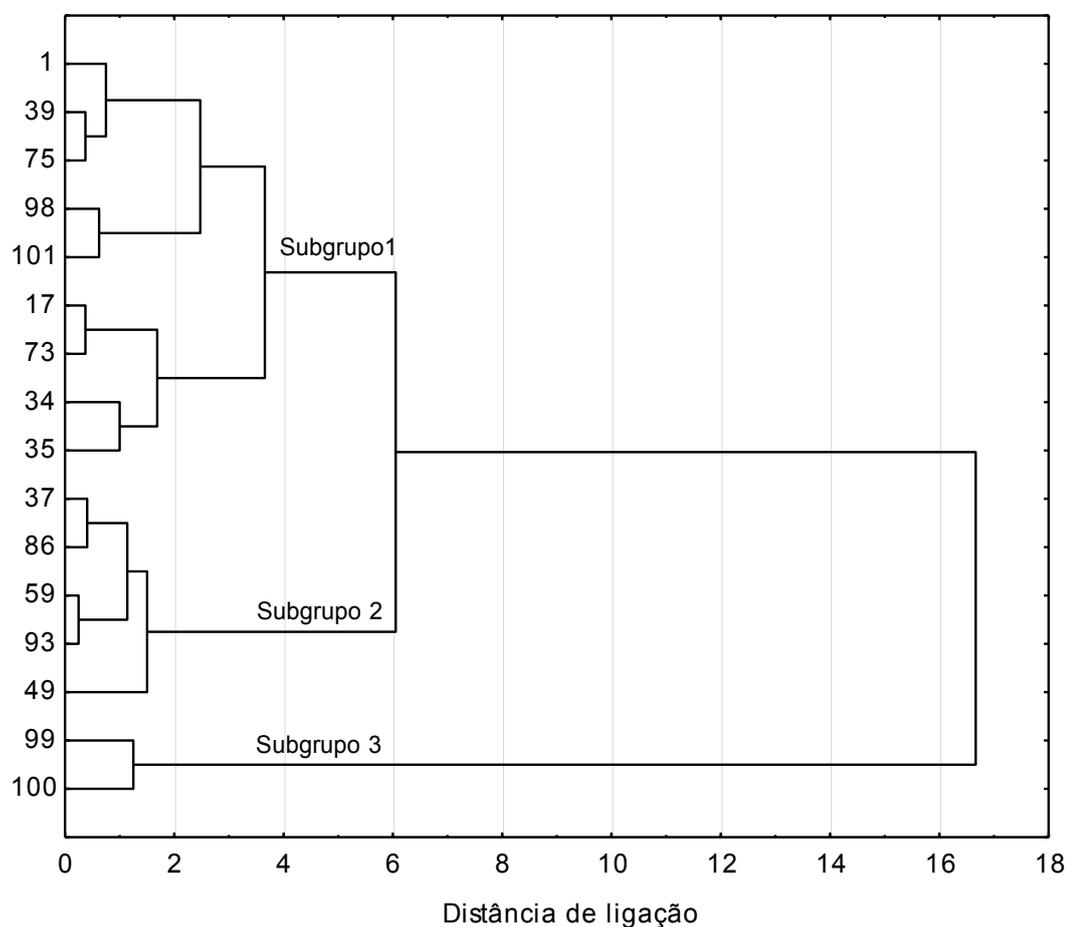


Figura 4. Dendrograma dos 16 genótipos pertencentes ao grupo três (método K-médias), baseado nas características sensoriais da bebida, utilizando o quadrado da distância euclidiana e agrupamento de Ward. (Números referem-se aos códigos dos acessos na Tabela 1).

A presença predominante de acessos com introgressão recente de alelos *C. canephora* no grupo superior para qualidade sensorial, além de confirmar informações

prévias de que a inserção de genes que conferem resistência a ferrugem não prejudicam a qualidade de bebida das cultivares (Bertrand et al. 2003), indicou ganhos em qualidade com a incorporação desses genes de cafeeiros Robusta. Kumar et al. (2013), avaliando híbridos F<sub>1</sub> entre essas espécies, destacaram como café de qualidade especial uma progênie interespecífica da variedade arábica “Cauvery” (Catimor) x (CxR) com uma cultivar robusta.

Segundo Setotaw (2009), os acessos Híbridos de Timor, em geração anterior aos avaliados neste trabalho, possuem em média entre 10 e 19% de introgressão de genes *C. canephora*. Considerando que todos os acessos HT avaliados apresentaram qualidade sensorial de cafés especiais, fica evidenciada a possibilidade de exploração dessa diversidade, visando ganhos genéticos em qualidade de bebida.

Em concordância, sob baixa altitude de cultivo (650 m), Sobreira et al. (dados não publicados), verificaram que, dos 19 acessos Híbridos de Timor avaliados, apenas dois não apresentaram qualidade de cafés especiais, segundo os critérios da Associação Americana de Cafés Especiais (SCAA, 2013).

No estudo comparativo das médias dos genótipos sensorialmente superiores (Grupo 3) não houve diferença para a característica Geral (6,0 pontos). Para Bebida Limpa e Balanço, apenas dois genótipos (H 419 6-2-5-2 e Pau Brasil MG1), com média de 7,0 pontos, foram superiores aos demais (6,0 pontos). Para simplificar a visualização dos dados, essas variáveis não foram apresentadas (Tabela 3), e para auxiliar na discriminação de genitores potenciais, foram incluídas informações sobre a qualidade dos grãos (tamanho e forma). Uma vez que a correlação entre características físicas dos grãos e sensoriais da bebida é de magnitude baixa a nula (Dessalegn et al., 2008; Kathurima et al., 2009) a seleção de genótipos, considerando o tamanho e forma dos grãos, não influenciará a qualidade sensorial de bebida das progênies.

Tabela 3. Médias dos caracteres sensoriais da bebida e de grãos dos 16 genótipos de *C. arabica* pertencentes ao grupo superior (grupo 3) para qualidade sensorial.

Código	Acessos	Características da bebida <sup>1</sup> e dos grãos <sup>2</sup>							
		DOÇ	ACI	COR	SAB	RGO	ESF	PME	PMO
1	MG 0009	7.00 a	6.63 a	6.50 a	6.63 a	6.50 a	87.75 b	17,03 a	8,50 e
17	MG 0138	7.00 a	6.00 b	6.00 b	7.00 a	6.50 a	86.50 c	14,99 f	11,00 d
34	MG 0304	7.00 a	6.00 b	7.00 a	7.00 a	7.00 a	88.00 b	16,79 b	9,00 e
35	MG 0313	7.00 a	6.00 b	7.00 a	7.00 a	6.00 b	87.00 b	16,13 c	9,00 e
37	MG 0338	6.00 b	6.50 a	6.50 a	6.50 b	6.25 b	85.75 c	15,90 d	10,50 d
39	MG 0357	7.00 a	7.00 a	6.50 a	7.00 a	6.75 a	88.50 b	15,45 e	18,00 c
49	MG 0554	6.00 b	6.00 b	6.00 b	7.00 a	7.00 a	86.00 c	16,70 b	12,00 d
59	MG 0654	6.50 a	6.00 b	6.00 b	7.00 a	6.00 b	85.50 c	16,77 b	9,00 e
73	MG 1059	7.00 a	6.25 b	6.25 b	7.00 a	6.00 b	86.50 c	16,85 b	12,50 d
75	MG 1079	6.75 a	7.00 a	6.00 b	7.00 a	6.75 a	87.50 b	15,84 d	6,00 e
86	MG 1188	6.38 b	6.38 a	6.00 b	6.50 b	6.25 b	85.50 c	17,07 a	14,00 c
93	MG 1256	6.00 b	6.00 b	6.00 b	7.00 a	6.00 b	85.00 c	15,84 d	12,00 d
98	H 419-6-2-3-4	6.50 a	6.75 a	7.00 a	6.75 a	6.00 b	87.50 b	16,19 c	16,00 c
99	H 419-6-2-5-2	7.00 a	7.00 a	7.00 a	7.00 a	7.00 a	92.00 a	16,27 c	10,00 d
100	Pau-Brasil MG1	7.00 a	7.00 a	7.00 a	8.00 a	7.50 a	93.50 a	16,12 c	30,00 a
101	Paraíso MG H 419-1	7.00 a	6.75 a	6.75 a	7.00 a	6.00 b	88.50 b	16,31 c	21,00 b
Desvio Padrão		0.41	0.42	0.44	0.33	0.48	2.31	0.58	5.93
Média		6.70	6.45	6.47	6.96	6.47	87.56	16.27	13.03

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si segundo o teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Características da bebida: Doçura (DOÇ), Acidez (ACI), Corpo (COR), Sabor (SAB), Retrogosto (RGO), Escore Final (ESF).

<sup>2</sup> Características dos grãos: Peneira média dos grãos (PME), porcentagem de grãos moça (PMO).

Para os caracteres sensoriais, a progênie H 419-6-2-5-2 e a cultivar Pau-Brasil MG1 foram superiores aos demais, classificando-se como cafés especiais raros (> 90 pontos). Contudo, como esses genótipos são sensorialmente próximos (Figura 3), a progênie H 419-6-2-5-2 destaca-se quanto à qualidade, em função da menor porcentagem de grãos moça (10 %).

Em um Subgrupo distinto desses genótipos, o acesso MG 0009, por apresentar maior peneira média de grãos (17,03) e reduzida porcentagem de grãos moça (8,50%), sem, contudo, ser de baixa qualidade sensorial também se destacou como fonte promissora de alelos. Os três genótipos citados receberam os seguintes comentários dos degustadores:

- H 419-6-2-5-2: “Excelente café, aroma doce, açúcar mascavo, corpo aveludado, refrescante, presente e duradouro, acidez vibrante, muito doce e retrogosto Agradável”;
- Pau-Brasil MG 1: “É um café excepcional, exótico, aroma perfumado, rosas, jasmim, acidez refrescante, retrogosto adorável, delícia de café”;
- MG 0009: “Excelente café, aroma floral, sabor mel, melado, corpo aveludado, macio, elegante, extremamente doce, acidez adocicada e retrogosto refrescante”.

Além dos genótipos citados, os demais identificados no Grupo 3, dependendo da necessidade de recombinação de características desejadas pelo melhorista, podem ser considerados genitores promissores em programas de melhoramento visando qualidade superior de bebida.

#### 4. CONCLUSÕES

Existe alta divergência genética para qualidade sensorial entre os genótipos *C. arabica*, e a maioria desses possui qualidade igual ou superior à exigida para cafés especiais, indicando a possibilidade de ganhos genéticos em qualidade.

Os atributos Sabor e Doçura apresentam elevada correlação genética com o Escore Final. Em geral, as correlações ambientais indicam que causas de variações ambientais distintas atuam sobre os caracteres de qualidade sensorial.

Dezesseis genótipos apresentam qualidade de cafés especiais excelentes e são promissores para integrar programas de melhoramento genético da qualidade sensorial do café.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AERTS, R., BERECHA, G., GIJBELS, P., HUNDERA, K., GLABEKE, S., VANDEPITTE, K., MUYS, B., ROLDÁN-RUIZ, I., HONNAY., O. Genetic variation and risks of introgression in the wild *Coffea arabica* gene pool in south-western Ethiopian montane rainforests. **Evolutionary Applications**. 1-10. 2012.

AGWANDA, C.O, BARADAT, P., ESKES, A.B., CILAS, C., CHARRIER, A. Selection for bean and liquor qualities within related hybrids of arabica coffee in multi-local field trials. **Euphytica**. 131: 1-14. 2003.

ALVARENGA, S. M.; CAIXETA, E.T.; OLIVEIRA, A. C.; RUFINO, R. J.N.; BRITO, G. G.; PEREIRA, A. A.; ZAMBOLIM, L.; SAKIYAMA, N.S. Análise da Diversidade Genética de Cafeeiros do Banco de Germoplasma da UFV/EPAMIG Utilizando Marcadores RAPD. In: **Anais**. IV Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 2005, Londrina.

ANTHONY, F., COMBES, M. C., ASTORGA, C., BERTRAND, B., GRAZIOSI, G., & LASHERMES, P. The origin of cultivated *Coffea arabica* L. varieties revealed by AFLP and SSR markers. **Theoretical and Applied Genetics**, 104(5), 894-900. 2002.

BERTRAND, B.; GUYOT, B.; ANTHONY, F.; LASHERMES, P. Impact of *Coffea canephora* gene introgression on beverage quality of *C. arabica*. **Theor. Appl. Genet.** 107:387-394. 2003.

BERTRAND, B., VAAST, P., ALPIZAR, E., ETIENNE, H., DAVRIEUX, F., & CHARMETANT, P. Comparison of bean biochemical composition and beverage quality of Arabica hybrids involving Sudanese-Ethiopian origins with traditional varieties at various elevations in Central America. **Tree physiology**, 26(9), 1239-1248. 2006.

BERTRAND, B. BOULANGER, R. DUSSERT, S. RIBEYRE, F. BERTHIOT, L. DESCROIX, F. JOET, T. Climatic factors directly impact the volatile organic compound fingerprint in green Arabica coffee bean as well as coffee beverage quality. **Food Chemistry**. v. 135, n.4. 2012.

BORÉM, F. M., RIBEIRO, F. C., FIGUEIREDO, L. P., GIOMO, G. S., FORTUNATO, V. A., & ISQUIERDO, E. P. Evaluation of the sensory and color quality of coffee beans stored in hermetic packaging. **Journal of Stored Products Research**, 52, 1-6.2013.

BSCA – Brazil Specialty Coffee Association - Associação Brasileira de Cafés Especiais. Disponível em: <www.bsca.com.br >. Acesso em: 20 de junho 2013.

CHALFOUN, S. M., PEREIRA, M. C., CARVALHO, G. R., PEREIRA, A. A., SAVIAN, T. V., & BOTELHO, D. D. S. Sensorial characteristics of coffee (*Coffea arabica* L.) varieties in the Alto Paranaíba Region. **Coffee Science**, 8(1), 43-52. 2013.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3.ed. Viçosa: Ed. UFV, 2004. v.1, 480p.

DESSALEGN, Y.; LABUSCHAGNE, M.T.; OSTHOFF, G.; HERSELMAN, L. Genetic diversity and correlation of bean caffeine content with cup quality and green bean physical characteristics in coffee (*Coffea arabica* L.). Society of Chemical Chemistry. **J. Sci. Food Agric** 88:1726-1730.2008.

ESAYAS, A. Molecular genetic diversity study of forest coffee tree (*Coffea arabica* L.) populations in Ethiopia: Implications for conservation and breeding. Ph.D Thesis Swedish University of Agricultural Sciences. 2005.

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

GELETA, M., HERRERA, I., MONZÓN, A., & BRYNGELSSON, T. Genetic diversity of Arabica coffee (*Coffea arabica* L.) in Nicaragua as estimated by simple sequence repeat markers. **The Scientific World Journal**, v. 2012: 1-11. 2012.

HAGEMAN, J. A., MALOSETTI, M., & VAN EEUWIJK, F. A. Two-mode clustering of genotype by trait and genotype by environment data. **Euphytica**, 183(3), 349-359. 2012.

HILL, T. & LEWICKI, P. **STATISTICS: Methods and Applications**. StatSoft, Tulsa, OK. 2007.

ICO. International Coffee Organization. Statistics on Coffee. Disponível em <<http://www.ico.org/historical/2010-19/PDF/TOTPRODUCTION.pdf>>. Acesso em 20/06/2013.

LASHERMES P, COMBES MC, ROBERT J, TROUSLOT P, D'HONT A, ANTHONY F, CHARRIER A. Molecular characterization and origin of the *Coffea arabica* L. genome. **Mol Gen Genet**. 261:259–266. 1999.

LEROY, T.; RIBEYRE, F.; BERTRAND, B; CHARMETANT, P.; DUFOUR, M.; MONTAGNOS. C.;MARRACCINI, P.; POT, D. Genetics of coffee quality. **Braz. J. Plant Physiol**. vol.18, n.1, pp. 229-242. 2006.

KATHURIMA, C. W., GICHIMU, B. M., KENJI, G. M., MUHOHO, S. M., & BOULANGER, R. Evaluation of beverage quality and green bean physical characteristics of selected Arabica coffee genotypes in Kenya. **African Journal of Food Science**, 3(11), 365-371. 2009.

KITZBERGER, C. S. G. ; SCHOLZ, M. B. S; SILVA, G.D.; Toledo, J.B. BENASSI, M. Caracterização sensorial de cafés arábica de diferentes cultivares produzidos nas mesmas condições edafoclimáticas. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 14, p. 39-48, 2010.

KRUG, C. A. O cálculo da peneira média na seleção do cafeeiro. **Rev. Instituto Café**, S. Paulo 26(156) :123-127, 1940.

KUMAR, A., GANESH, S., BASAVRAJ, K., & MISHRA, M. K. Morphological Basis for Identification of Cup Quality Characteristics in F1 Hybrids Derived from *Coffea arabica* L. Crosses. In **Prospects in Bioscience: Addressing the Issues** (pp. 173-180). Springer India. 2013.

MEIRMANS, P. G. (2012). AMOVA-Based Clustering of Population Genetic Data. **Journal of Heredity**. 103(5), 744-750.

MOJENA, R. Hierarchical grouping method and stopping rules: an evaluation. **Computer Journal**, v.20, p. 359-363, 1977.

PANDEY, R.M. Genetic associations in Amaranthus. **Indian J. Genet. & Plant Breed.**, New Delhi, v. 41, n. 1, p. 78-83, 1981.

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

SARKAR, R. K., RAO, A. R., WAHI, S. D., & BHAT, K. V. A comparative performance of clustering procedures for mixture of qualitative and quantitative data—an application to black gram. **Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization**, 9(4), 523-527. 2011.

SCAA. - Cupping Specialty Coffee. Specialty Coffee Association of America Protocols. 2009 p. 7. Available on <<http://www.scaa.org/PDF/resources/cupping-protocols.pdf>>. Access in January, 18, 2013.

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

SETOTAW, T. A.; PENA, G.F.; ZAMBOLIN, E.M.; PEREIRA, A.A.; SAKIYAMA, N.S. Breeding potential and genetic diversity of "Híbrido do Timor" coffee evaluated by molecular markers. **Crop Breed. Appl. Biotechnol.** v.10, n.4, pp. 298-304. 2010.

SETOTAW, T. A.; CAIXETA, E.T.; PEREIRA, A. A.; OLIVEIRA, A.C.B.; CRUZ, C.D.; ZAMBOLIM, E.M.; ZAMBOLIM, L.; SAKIYAMA, N.S. Coefficient of Parentage in L. Cultivars Grown in Brazil. **Crop Science.** 53: 1237–1247. 2013.

SILVEIRA, S. R., RUAS, P. M., RUAS, C. D. F., SERA, T., CARVALHO, V. D. P., & COELHO, A. S. G. Assessment of genetic variability within and among coffee progenies and cultivars using RAPD markers. **Genetics and molecular biology**, 26(3), 329-336. 2003.

TESSEMA, A., ALAMEREW, S., KUFA, T., GAREDEW, W. Genetic Diversity Analysis for Quality Attributes of Some Promising *Coffea arabica* Germplasm Collections in Southwestern Ethiopia. **Journal of Biological Sciences**, 11, 236-244. 2011.

VAAST, P., BERTRAND, B., PERRIOT, J.-J., GUYOT, B. AND GÉNARD, M. Fruit thinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (*Coffea arabica* L.) under optimal conditions. **J. Sci. Food Agric.**, 86: 197–204. 2006.

## CAPÍTULO 3

### QUALIDADE SENSORIAL DE GRUPOS GENEALÓGICOS DE CAFÉ ARÁBICA: USO DO SENSORIOGRAMA E DA ANÁLISE DE CONTEÚDO

#### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade sensorial de grupos de genótipos, discriminados segundo a origem genealógica, a partir da metodologia atual do mercado de cafés especiais e com o uso do “Sensoriograma” e da Análise de Conteúdo como metodologias complementares. Foram avaliados 41 genótipos de *Coffea arabica*, compondo seis grupos: Bourbon; Caturra; Híbrido de Timor (HT); Catimor; Cultivares Tradicionais (Mundo Novo e Catuaí); e Cultivares Derivadas de Híbrido de Timor (Pau-Brasil MG 1, Paraíso MG H419-1, Catiguá MG 2 e Obatã IAC 1669-20). Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados com duas repetições. Na escala padrão por notas, verificou-se maior variabilidade genética intragrupo para Doçura, Sabor e Retrogosto. O grupo de Cultivares Derivadas de Híbrido de Timor foi superior aos demais quanto ao Sabor, e superior ou semelhante a outros grupos em características específicas. Embora o Escore Final de todos os grupos seja de cafés especiais, o grupo de Cultivares Derivadas do HT, diferindo dos demais, apresentou intervalo de confiança, oscilando entre cafés especiais excelentes (85 a 89.99 pontos) a raros (90-100 pontos). Os grupos Bourbon, Caturra e Cultivares Tradicionais foram semelhantes na maioria dos caracteres. O Sensoriograma ilustrou a relação entre as notas de cada grupo e a superioridade para Sabor dos grupos Híbrido de Timor e Cultivares Derivadas do HT. Na Análise de Conteúdo, foram identificadas as categorias temáticas: Sabor, Aroma, Doçura, Acidez, Retrogosto e Corpo e dez subcategorias. O Sensoriograma e a Análise de Conteúdo são metodologias que complementam a atual escala por notas, passíveis de uso na caracterização sensorial de cafés especiais quanto à qualidade e intensidade de nuances. Os grupos genealógicos estudados apresentam potencial genético para produção de cafés especiais. No ambiente avaliado, o grupo de Cultivares Derivadas de Híbrido de Timor apresentou potencial superior, produzindo cafés classificados como excelentes a raros pelo mercado de cafés especiais.

## **SENSORY QUALITY OF ARABICA COFFEE GENEALOGIC GROUPS: USING SENSORYGRAM AND CONTENT ANALYSIS**

### **ABSTRACT**

The aim of this work was to evaluate the sensory quality of genotype groups, broken down by genealogical origin, from the current methodology of the specialty coffee market and the use of "Sensorygram" and Content Analysis as complementary methodologies. We evaluated 41 genotypes of *Coffea arabica*, comprising six groups: Bourbon; Caturra; Híbrido de Timor (HT); Catimor; Traditional Cultivars (Mundo Novo and Catuaí); and Derived Cultivars of Híbrido de Timor (Pau-Brasil MG 1, Paraíso MG H419-1, Catiguá MG 2 and Obatã IAC 1669-20). We used a randomized block design with two replications. In the standard scale for notes, there was a higher genetic variability intragroup for Sweetness, Flavor and Aftertaste. The Derived Cultivars of HT group presented higher flavor compared to the others and was higher or similar to other groups on specific characteristics. Although the Final Score of all groups are of specialty coffee, the Derived Cultivars of HT group, differing from the other, showed confidence interval ranging from excellent (85 to 89.99 points) to rare (90-100 points) specialty coffees. Groups Bourbon, Caturra and Traditional Cultivars were similar in most characters. The Sensorygram illustrated the relationship between notes of each group and the superiority of Híbrido de Timor and Derived Cultivars of HT groups for Flavor. In the Content Analysis, we identified the following Thematic Categories: Flavor, Aroma, Sweetness, Acidity, Aftertaste and Body and ten Subcategories. The Sensorygram and Content Analysis are methodologies that complement the current scale of notes, subject to use in the sensory characterization of specialty coffees as to the quality and intensity of nuances. The genealogical groups studied have genetic potential for production of specialty coffees. The sensory quality of the Derived Cultivars of Híbrido de Timor group is superior to the other, in the environmental conditions evaluated, indicating the potential of this group on the production of higher specialty coffees, ranked as excellent or rare in the specialty coffee market.

## 1. INTRODUÇÃO

A espécie *Coffea arabica*, comumente conhecida como café arábica, representa cerca de 60% da produção mundial de café (USDA, 2013), sendo a mais apreciada no mercado de cafés especiais, por seu intenso aroma e sabor (Leroy et al., 2006). Nesse mercado, cafés do grupo Bourbon, por questões ambientais ou genéticas, tornaram-se reconhecidos internacionalmente pela qualidade sensorial de bebida (Illy e Viani, 2005).

Por sua notoriedade, cafés com essa genealogia tem relativa preferência no mercado de cafés especiais, onde o nome “Bourbon” é associado a um produto de qualidade superior. No entanto, cafés do grupo Caturra, mutação natural de porte baixo de Bourbon, são também reconhecidos quanto à qualidade especial de bebida.

De modo semelhante, as cultivares tradicionais no Brasil e em outros países, Mundo Novo (Bourbon x Sumatra) e Catuaí (Caturra x Mundo Novo) são amplamente aceitas no mercado de cafés especiais. Nesse mercado, surgem atualmente cafés do grupo de cultivares derivadas de “Híbrido de Timor” (*C. arabica* x *C. canephora*), que comprovadamente possuem qualidade igual (Bertrand et al., 2006; Van Der Vossen, 2009) ou superior (Kitizberg et al., 2011; Pereira et al., 2010, Scholz et al., 2013) as melhores cultivares (Bourbon e Caturra)

Considerando que esses grupos genealógicos possuem potencial para produção de cafés especiais e que, com a mesma pontuação nas metodologias atuais (BSCA, 2013; SCAA, 2013), esses podem diferir quanto a nuances de bebida, metodologias complementares são necessárias na diferenciação dos mesmos, visando atender nichos de mercado.

Um modo de aprimorar a diferenciação de cafés especiais seria considerar o equilíbrio entre as notas sensoriais de cada característica, bem como, analisar a opinião dos degustadores no momento da avaliação. Trabalhos relativos à qualidade indicam que provadores utilizam, na descrição sensorial dos cafés, termos relativos às suas experiências anteriores (Jong et al., 1998; Narain et al. 2003; Nebesny e Budryn, 2006). Contudo, em razão da complexidade e variedade desses termos, raramente as nuances descritas são metodicamente analisadas (Scholz et al., 2013).

Em hipótese, a plotagem das notas sensoriais em um diagrama, associado a um método adequado de interpretação da opinião dos degustadores, pode diferenciar grupos de cafés especiais quanto à qualidade e intensidade de nuances específicas na bebida.

Apesar da importância do tema, em extensa revisão de literatura científica, não foram encontrados trabalhos que elucidem esse problema, bem como, discriminem quanto às nuances de bebida, os principais grupos genealógicos de café arábica.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade sensorial de grupos de genótipos discriminados segundo a origem genealógica, a partir da metodologia atual do mercado de cafés especiais e com o uso do “Sensoriograma” e da Análise de Conteúdo, como metodologias complementares.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na fazenda experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), em Patrocínio-MG (18° 59’ 26” S; 48° 58’ 9,5” W, 975 m alt.). A região apresenta clima Mesotérmico Subtropical Temperado, tipo Cwa, de acordo com a classificação de Köppen, com temperatura média anual e precipitação de 21,6°C e 1643,1 mm, respectivamente. O germoplasma está localizado em relevo de topografia plana com ligeira inclinação e o solo é do tipo latossolo vermelho-amarelo distrófico. O plantio ocorreu entre os anos de 2006 e 2007, no espaçamento de 3,5 x 1,0 m. O controle fitossanitário e as adubações foram realizados conforme recomendações para a cultura do cafeeiro (Guimarães et al., 1999)

### *Grupos de genótipos avaliados*

Foram avaliados 41 genótipos de *Coffea arabica*, em fase adulta de produção, pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma *Coffea spp.* da EPAMIG. Estes foram agrupados segundo a origem genealógica, compondo seis grupos (Tabela 1): Bourbon (9 acessos); Caturra (4 acessos); Híbridos de Timor (9 acessos); Catimor (8 acessos); Cultivares Tradicionais (4 Mundo Novo e 3 Catuaí); e Cultivares derivadas de Híbrido de Timor.

Tabela 1. Descrição dos genótipos avaliados, segundo os grupos de origem genealógica.

Grupo genealógico	Acesso	Descrição	Grupo genealógico	Acesso	Descrição
Bourbon	MG0009	B. Amarelo	Híbrido de Timor	MG0369	HT UFV 443-03
	MG0011	B. Vermelho		MG1108	Catimor UFV 355-18
	MG0012	B. Amarelo		MG1126	Catimor UFV 390-52
	MG0014	B. Vermelho		MG1140	Catimor UFV 395-02
	MG0016	B. Vermelho	Catimor	MG1156	Catimor MS
	MG0025	B. Vermelho		MG1157	Catimor PI 09
	MG0043	B. Amarelo		MG1158	Catimor PI 04
	MG0064	B. Vermelho		MG1159	Catimor PI 07
	MG0126	B. Amarelo		MG1160	Catimor PI 11
	MG0187	C. Vermelho		MG1222	M. Novo Amarelo
Caturra	MG0193	C. Amarelo		MG1230	M. Novo I MP 376-4
	MG0212	C. Amarelo		MG1238	M. Novo I LCP 379-19
	MG0213	C. Vermelho	Cultivares Tradicionais	MG1256	M. Novo II CP 388-17-16
	MG0277	HT UFV 376-52		-	Catuaí Amarelo IAC 62
	MG0289	HT UFV 376-01		-	Catuaí Vermelho IAC 99
	MG0304	HT UFV 427-15		-	Catuaí Vermelho IAC 144
	MG0313	HT UFV 428-04		-	Paraíso MG H419-1
Híbrido de Timor	MG0333	HT UFV 437-10		-	Catiguá MG2
	MG0338	HT UFV 439-02	Cultivares Derivadas do HT	-	Obatã Tardio 1669-20
	MG0339	HT UFV 439-03		-	Pau Brasil MG1
	MG0357	HT UFV 441-04		-	

Os acessos Caturra, de mesma origem genealógica dos acessos Bourbon, foram alocados em grupos distintos em função da mutação alélica que difere esses genótipos (Bourbon/Caturra) alterando a arquitetura da planta. Sob arquiteturas distintas, acredita-se que o ambiente de formação dos frutos (microclima) também seja alterado, podendo influenciar as nuances da bebida. Na seleção dos genótipos foram considerados apenas aqueles classificados como cafés especiais, apresentando escore final > 80 pontos (BSCA, 2013).

#### *Coleta e Preparo das Amostras*

Para o preparo das amostras foram colhidos seletivamente 30 L de frutos maduros no estágio “cereja”, de modo igualitário dentre dez plantas que compõem a parcela. Após a colheita, foram eliminados os eventuais frutos diferentes do estágio desejado. Cerca de 4 a 6 horas após a colheita as amostras foram despulpadas mecanicamente (descascador Pinhalense modelo DPM-02 n° 928) e os resíduos, cascas remanescentes, grãos quebrados e brocados foram retirados dessa. Sequencialmente as amostras foram acondicionadas em baldes plásticos de 20L, para serem desmuciladas

por meio de fermentação natural, durante 24h. Para evitar a elevação excessiva da temperatura na amostra, trocou-se a água quando a temperatura se aproximava de 40° C.

Após o período de fermentação, os grãos em pergaminho foram lavados manualmente, sob água limpa corrente. Para secagem a amostra foi espalhada em peneiras com dimensões de 1m<sup>2</sup>, construídas de tela de polietileno (malhas de 1mm<sup>2</sup>) e laterais de madeira de 7 cm de altura para a secagem a pleno sol, onde realizou-se o manejo comum de secagem, com movimentação da massa de grãos 10 vezes ao dia, até que esses atingissem 11% de umidade.

Após a secagem, os grãos foram acondicionados em sacos de papel pardo de folha dupla por um período de descanso de 40 dias. Decorrido esse período, as amostras foram beneficiadas (beneficiadora Palini & Alves, modelo PA-AMO/30, Série n° 387) e acondicionadas em sacos plásticos impermeáveis até o momento da classificação do tamanho e formato dos grãos e da avaliação sensorial de bebida.

#### *Características estudadas*

Foram avaliadas em cada genótipo, nove características sensoriais, relativas aos padrões organolépticos da bebida. A análise sensorial da bebida foi realizada por dois provadores por repetição (amostra) credenciados da Associação Brasileira de Cafés Especiais (BSCA), utilizando a metodologia do CoE (*Cup of Excellence*) aprimorada pela BSCA (BSCA, 2013). Foram avaliados os atributos: Bebida Limpa (BLI), Doçura (DOÇ), Acidez (ACI), Corpo (COR), Sabor (SAB), Retrogosto (RTG), Balanço (BAL) e Geral (GER). Nessa metodologia, cada amostra começa com uma pontuação inicial de 36 pontos, aos quais vão sendo incorporadas as notas de cada atributo (0 – 8), compondo o *Score Final* (ESF). Para cada amostra foi considerada a nota média entre os provadores. Os dados relativos à bebida foram obtidos considerando apenas os grãos chatos com peneira  $\geq 16$ .

#### *Análise dos dados*

As amostras foram coletadas em genótipos distribuídos no campo sob o delineamento de blocos casualizados, com duas repetições e parcela de dez plantas. A comparação estatística entre os grupos foi realizada pelo método dos mínimos quadrados, aplicada a grupos com número de indivíduos diferentes, associado ao

intervalo de confiança de p.95%. A variabilidade para cada característica sensorial foi avaliada pela amplitude do intervalo de confiança intragrupo.

O perfil sensorial da bebida foi analisado descritivamente considerando as notas sensoriais de cada grupo em um único diagrama em radar (escala gráfica única), nominado neste trabalho como “Sensoriograma”. A relação de equilíbrio entre as notas sensoriais foi avaliada considerando a oscilação entre os valores nos vértices do diagrama.

Para análise dos comentários dos degustadores, utilizou-se o Método de Análise de Conteúdo (Bardin, 1977), combinando estratégias de análise temática e de análise de enunciação. Segundo a autora, a primeira estratégia consta do agrupamento do material identificado, a partir da frequência das palavras, enquanto a segunda busca interpretar os sentidos da argumentação. Assim, utilizando essas estratégias, identificou-se categorias temáticas e subcategorias, que orientam a diferenciação sensorial dos cafés quanto a nuances de bebida. A frequência absoluta de sentidos identificada na análise de enunciados foi transformada em frequência relativa, considerando o número de genótipos (comentários) intragrupo. As análises foram realizadas utilizando os programas Genes (Cruz, 2006) e Statistica (Hill e Lewicki, 2007).

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

No estudo comparativo dos grupos foi observada expressiva variabilidade genética intragrupo para alguns caracteres sensoriais, impossibilitando nesses casos a diferença estatística entre os grupos (Figura 1). Para Bebida Limpa apenas o grupo de Cultivares Derivadas do HT, recebeu notas superiores aos demais grupos, os quais foram semelhantes.

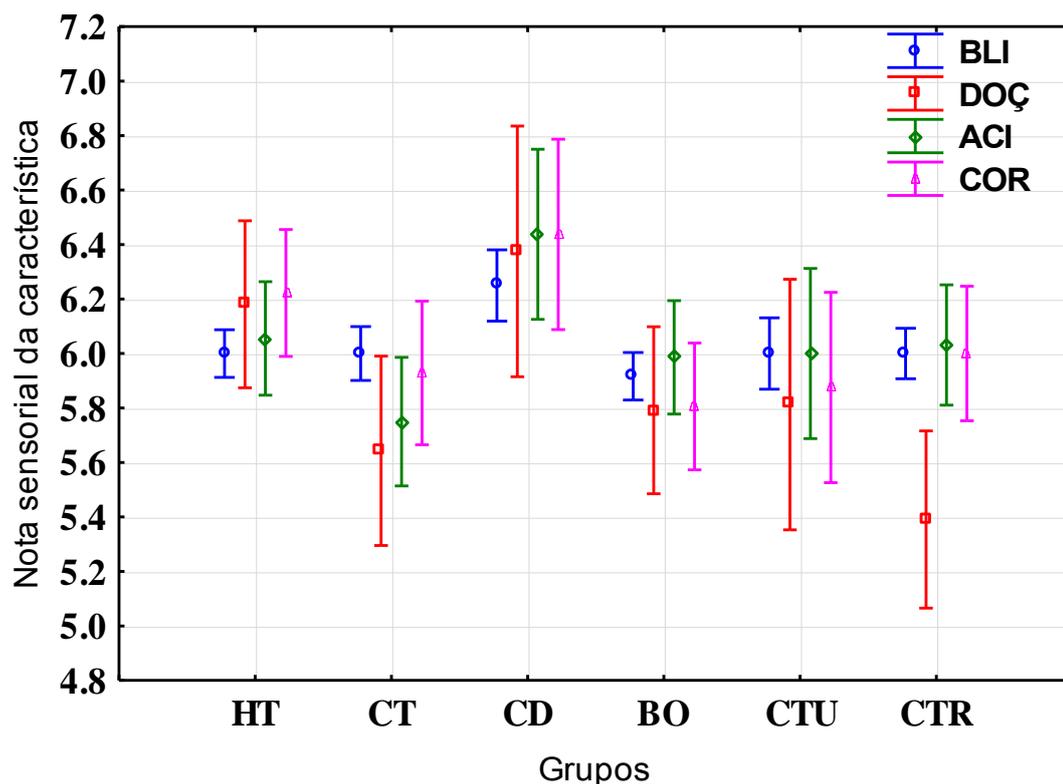


Figura 1. Média e intervalo de confiança (p.95%) de notas para as características Bebida Limpa (BLI), Doçura (DOÇ), Acidez (ACI) e Corpo (COR) em cada grupo de genótipos (HT: Híbridos de Timor; CT: Cultivares Tradicionais; CD: Cultivares Derivadas do HT; BO: Bourbon; CTU: Caturra; CTR: Catimor).

Para Doçura, seja entre ou dentro os grupos de origem genealógica, houve maior amplitude de notas, indicado pelo intervalo de confiança. Nesta característica, houve semelhança entre os grupos, com exceção dos grupos Híbridos de Timor e Cultivares Derivadas do HT, superiores ao Catimor, neste atributo.

Para Acidez, apenas o grupo de Cultivares Derivadas do HT foi superior ao de Cultivares Tradicionais, ocorrendo semelhança entre os demais. Para Corpo houve semelhança entre a maioria dos grupos, com exceção do grupo de Cultivares Derivadas do HT, superior ao Bourbon. Resultado semelhante foi observado por Kitzberger et al. (2011), que verificaram menos Corpo para a cultivar Bourbon em relação à derivada de HT IPR 99.

Para Sabor (Figura 2), os grupos, Híbrido de Timor e Cultivares Derivadas do HT foram superiores aos grupos Cultivares Tradicionais, Bourbon e Catimor. Para

Retrogosto apenas o Híbrido de Timor foi superior ao Caturra, e esses foram semelhantes aos demais.

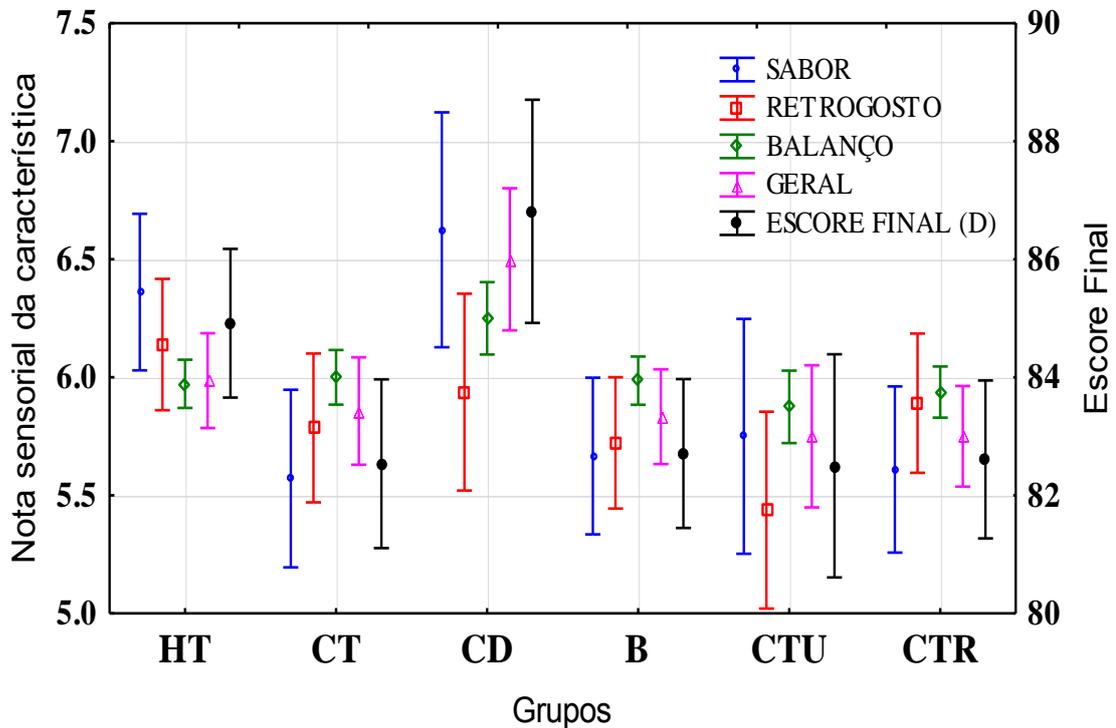


Figura 2. Média e intervalo de confiança (p.95%) de notas para as características Sabor, Retrogosto, Balanço, Geral e Escore Final em cada grupo de genótipos (HT: Híbridos de Timor; CT: Cultivares Tradicionais; CD: Cultivares Derivadas do HT; BO: Bourbon; CTU: Caturra; CTR: Catimor).

Na característica Balanço, houve pequena variação dentre e entre grupos, ocorrendo semelhança entre esses. Para Geral, as notas foram semelhantes entre os grupos, com exceção do grupo, Cultivares Derivadas do HT, semelhante apenas ao grupo HT. Para todos os grupos, maior amplitude de intervalos de confiança foi verificada nas características Doçura, Sabor, e Retrogosto.

Em relação ao Escore Final da bebida, pontuação que classifica os cafés especiais, a nível internacional, quanto à qualidade (BSCA, 2013; SCAA, 2013), os grupos HT e Cultivares Derivadas do HT foram semelhantes. No entanto, apenas este último apresentou notas superiores aos demais grupos. Embora o Escore Final de todos os grupos seja de cafés especiais, diferente dos demais, o grupo de Cultivares Derivadas do HT, apresentou valores no intervalo de confiança oscilando entre cafés especiais

excelentes (85 a 89.99) a raros (90-100) no mercado, demonstrando o potencial deste grupo na produção de cafés especiais superiores.

Tais observações indicam, para o ambiente considerado, ganhos em qualidade no processo de melhoramento da cultura, com a introgressão recente de alelos *C. canephora*. A superioridade estatística do grupo de Cultivares Derivadas do HT em relação aos grupos de Cultivares Tradicionais e Bourbon, para o Escore Final, tem sido relatada por outros autores, sob condições distintas de ambiente, corroborando o observado neste estudo. Pereira et al. (2010) verificaram que a cultivar derivada de HT, Catiguá-MG2 (Catuaí Amarelo IAC 86 x HT UFV 440-10), apresentou por dois anos consecutivos qualidade sensorial superior à de cultivares tradicionais (Catuaí Amarelo IAC 62 e Bourbon Vermelho). Resultados semelhantes foram apresentados por Chalfoun et al. (2013) para progênies e cultivares derivadas de HT. Qualidade de bebida superior a cultivar padrão Bourbon foi também observada por Kitzberg et al. (2011), considerando uma cultivar derivada de HT (IPR 99), não contemplada neste estudo.

Visando o ideótipo para qualidade de bebida, busca-se genótipos superiores em todas as características sensoriais, uma vez que essas compõem o Escore Final de qualidade, usado na classificação dos cafés especiais (BSCA, 2013). Nesse sentido, buscando analisar o equilíbrio entre as notas sensoriais dentre e entre os grupos, construiu-se o “Sensoriograma” de cada grupo numa mesma projeção gráfica (Figura 3).

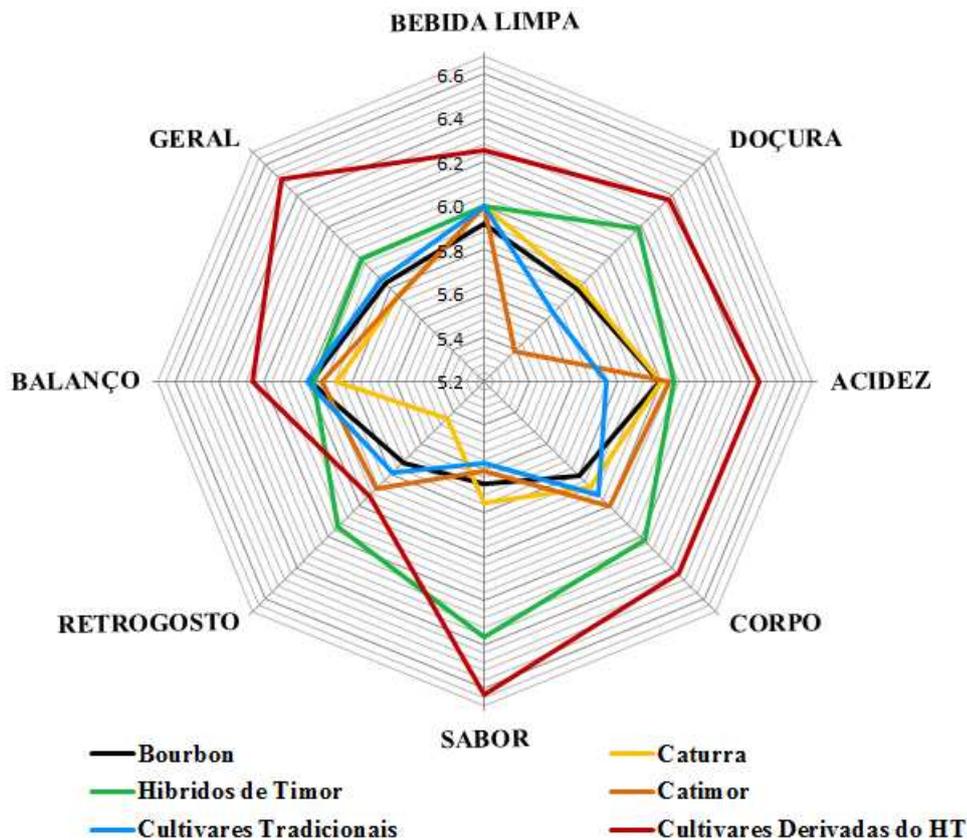


Figura 3. Sensoriograma ilustrando o perfil sensorial da bebida de cada grupo de genótipos, discriminados segundo a origem genealógica.

Para o grupo Caturra, verificou-se maior uniformidade entre as notas, com exceção para a característica Retrogosto, cujas notas médias foram inferiores. O grupo Catimor caracterizou-se por notas reduzidas para Doçura (5,4), intermediárias para Sabor (5,6) e Geral (5,8) e superiores nas demais (5,9 a 6,0 pontos). O grupo HT apresentou menores notas para Bebida Limpa, Geral e Balanço (6,0 pontos), intermediárias para Corpo e Doçura (6,2 pontos) e maiores notas para Sabor (6,4 pontos). Para as Cultivares Derivadas do HT, a semelhança do grupo Híbrido de Timor, as maiores notas ocorreram para Sabor (6,6). Nos demais atributos as notas oscilaram entre 6,3 a 6,5 pontos, ocorrendo menores notas para Retrogosto (5,9).

Analisando o perfil sensorial dos grupos, visualiza-se notas superiores do grupo Cultivares Derivadas do HT para a maioria das características (Figura 3), cuja média foi de 6,4 pontos, e o Escore Final de 87 pontos. Essa superioridade ilustrada indica a ocorrência de segregação transgressiva para qualidade, onde a média dos indivíduos selecionados é superior a de ambos os parentais. Tais resultados corroboram os relatos

de que as Cultivares Derivadas do HT possuem qualidade de bebida igual (Bertrand et al., 2006; Van Der Vossen, 2009) ou superior (Kitizberg et al., 2011; Pereira et al., 2010; Chalfoun et al., 2013) às melhores cultivares tradicionais (Bourbon e Caturra).

No grupo Híbrido de Timor visualiza-se a predominância de notas superiores para Sabor (6,4 pontos), indicando contribuição preponderante deste grupo na melhoria de qualidade do grupo de Cultivares Derivadas do HT, visto que o Sabor é a característica de maior correlação positiva com o Escore Final (Sobreira et al. dados não publicados), indicada por Agwanda et al. (2003) como um dos principais critérios para obtenção de ganhos em qualidade de bebida.

Nesse sentido, acredita-se que o ganho em Sabor observado para o grupo Cultivares Derivadas do HT, ocorra em função da manutenção de alelos oriundos de HT, após as gerações de seleção para a obtenção das cultivares. Segundo Setotaw et al. (2013), as Cultivares Derivadas do HT, apresentam em média, cerca de 11% de contribuição genotípica dos Híbridos Timor, confirmando o potencial deste grupo como fonte de alelos para melhoria da qualidade de bebida. Este potencial também foi demonstrado por Sobreira et al. (dados não publicados) que, sob altitude inferior à deste estudo, estudando a divergência genética entre acessos para qualidade sensorial, verificaram que dos 19 acessos HT avaliados, apenas dois não foram classificados como cafés especiais (SCAA, 2013)

Nas demais características, o grupo Híbrido de Timor apresentou notas semelhantes ou superiores aos demais grupos, não apresentando restrições quanto à qualidade sensorial. Os grupos Bourbon, Catimor, Caturra e Cultivares Tradicionais apresentaram a mesma média de notas sensoriais (5,8 pontos), ilustrando a semelhança observada entre esses, considerando os intervalos de confiança para cada característica, discutidos anteriormente (Figura 1 e 2).

Quanto ao método de análise de conteúdo proposto por Bardin (1977), esse aplicado de modo adaptado para a caracterização sensorial dos grupos a partir dos comentários dos degustadores, foram identificadas cinco categorias temáticas que representam as principais características sensoriais da bebida (Tabela 2). Para melhor caracterização dos grupos de genótipos, foram criadas subcategorias considerando a qualidade e intensidade de nuances sensoriais identificadas na bebida.

Tabela 2. Palavras relativas às nuances de bebida, identificados na análise de enunciados, para a formação das Subcategorias e Categorias quanto à qualidade sensorial, considerando a análise de conteúdo dos comentários dos degustadores.

Categorias	Subcategorias	Palavras associadas
Sabor	Chocolate	Achocolatado; chocolate; lembra cacau, chocolate amargo
	Frutado	Frutas amarelas; Frutas vermelhas; Cereja; Banana, pitanga
	Caramelado	Caramelo; Caramelado; Açúcar caramelado Rapadura; Melado; Mel; Açúcar mascavo
Aroma	Floral	Aroma floral, jasmim, rosas
	Cítrico	Cítrico, Citros
	Indefinido/Agradável	Agradável, prazeroso
Doçura	Elevada	Muito doce; muito, muito doce, ótima doçura
	Mediana	Meio doce; doçura mediana; doce, doçura média, moderada
Acidez	Viva	Viva, agradável, viva e agradável, viva e gostosa
	Adocicada	Acidez adocicada, acidez doce
	Indefinida/Média	Média acidez, acidez mediana
Retrogosto	Prolongado	Retrogosto prolongado, duradouro
	Refrescante	Retrogosto refrescante
	Indefinido/Prazeroso	Retrogosto prazeroso, agradável
Corpo	Suave	Corpo macio, suave, aveludado, elegante, redondo
	Encorpado	Bom corpo, encorpado, corpo bom
	Muito encorpado	Muito encorpado; corpão; próprio para espresso

Sob métodos distintos da Análise de Conteúdo proposta por Bardin (1977), avaliada de modo adaptado neste trabalho, como metodologia complementar na caracterização de cafés especiais, alguns autores, buscando estudar o perfil sensorial dos cafés, citaram algumas das palavras identificadas neste trabalho na análise de enunciados.

Kitzberger et al. (2011) trabalhando com cafés de diversos níveis de qualidade, verificaram com maior frequência termos relativos a sabor (amargo, doce, adstringente, verde), aparência (cor, transparência e brilho), textura (encorpado) e aroma (doce, verde e queimado). Moura et al. (2007), estudando a influência da torra nas características sensoriais dos cafés citaram os termos: aroma e sabor característicos, sabor caramelo, chocolate, frutas cítricas, doçura, acidez, sabor residual e corpo.

De modo semelhante, outros autores, em trabalhos relativos à qualidade de bebida relataram com frequência nos cafés de qualidade, termos como: frutado, ácido, cítrico, caramelo, chocolate, floral, malte, doce (Jong et al., 1998; Narain et al. 2003; Leloup et al., 2004; Nebesny e Budryn, 2006; Scholz et al., 2013). Termos negativos como: verde, terroso, amargo e queimado são também descritos pelos autores. Contudo, esses não foram observados neste trabalho cujo enfoque é cafés especiais, indicando que tais atributos associam-se a cafés de menor qualidade, facilmente discriminados nas metodologias atuais por escala de notas (BSCA, 2013; SCAA, 2013).

A ocorrência de enunciados semelhantes em outros trabalhos demonstra que esses são frequentemente utilizados por degustadores na caracterização sensorial dos cafés, permitindo, portanto, que o método de Análise de Conteúdo (Bardin, 1977), utilizado comumente em estudos relativos as Ciências Sociais, seja aplicado de modo adaptado, na caracterização sensorial de cafés especiais.

Kitzberger et al. (2011) caracterizando sensorialmente cultivares de café, sob metodologia distinta da Análise de Conteúdo, identificou que os degustadores utilizaram de 8 a 23 termos na descrição sensorial das amostra avaliadas e que alguns termos foram empregados por vários provadores. Nesse contexto, o método de Análise de Conteúdo proposto por Bardin (1977), adaptado ao estudo do perfil sensorial dos cafés, permite a formação de categorias temáticas, nas quais cafés especiais podem ser discriminados, sem restringir o número ou frequência de termos utilizados pelos degustadores. Isso é possível, uma vez que o método preconiza duas estratégias: a análise de enunciados, em que o importante é a semântica das palavras, isto é o sentido da argumentação; e a análise de temática, que visa o agrupamento do material identificado a partir da frequência das palavras. Neste trabalho, em função do número distinto de genótipos por grupo de origem genealógica, converteu-se a frequência absoluta obtida na análise de temática em frequência relativa, considerando o número de amostras de café degustadas por grupo genealógico.

Por meio da frequência relativa de palavras associadas em cada categoria, as principais características sensoriais dos grupos foram analisadas (Figura 4). De modo geral, na maioria dos comentários foram identificadas características de Sabor, Doçura e Corpo, e em menor frequência de Aroma e Retrogosto.

Para a categoria Sabor, o grupo de Cultivares Derivadas do HT apresentou nuances nos comentários de todas as amostras. O grupo Híbrido de Timor e Bourbon apresentaram níveis semelhantes (87%), e a menor frequência foi observada para o grupo Caturra (60%).

Para a categoria Aroma, termos associados foram verificados em menos de 30% dos comentários, indicando, de modo geral para os grupos, menor frequência de ocorrência de tais nuances de bebida. À exceção do grupo de Cultivares Tradicionais, que não apresentou aromas nos enunciados, os demais grupos apresentaram níveis semelhantes.

Para a categoria Doçura, níveis distintos foram observados entre os grupos. As palavras associadas ocorreram com maior e menor frequência no grupo HT (80%) e Caturra (40%), respectivamente. Características de acidez foram mais descritas para os grupos Caturra (100%), Bourbon (75%) e Híbridos de Timor (71%).

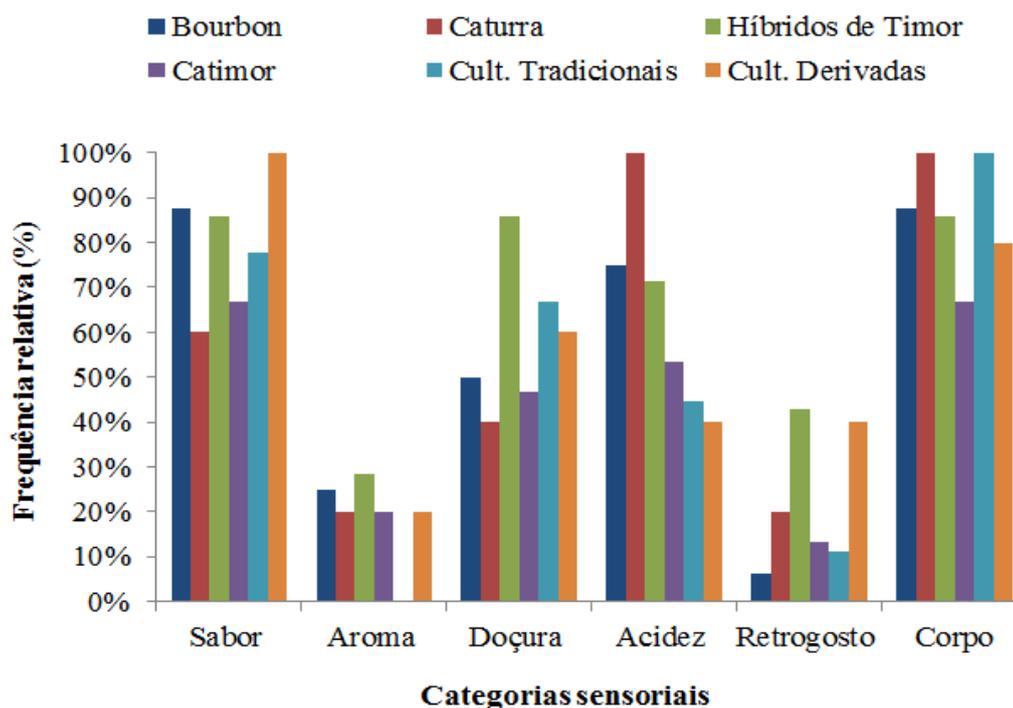


Figura 4. Frequência relativa de comentários nas categorias sensoriais de Sabor, Aroma, Doçura, Acidez, Retrogosto e Corpo para cada grupo de origem genealógica.

Em relação ao Retrogosto, os termos associados tiveram frequências inferiores a 40%, podendo-se observar maiores valores no grupo Híbrido de Timor e Cultivares Derivadas do HT. Quanto ao Corpo da bebida, todas as amostras do grupo Caturra e Cultivares Tradicionais tiveram suas características citadas. Contudo, os outros grupos também apresentaram frequências elevadas, demandando para melhor caracterização dos grupos o desdobramento dessa e das outras categorias citadas anteriormente em subcategorias de nuances sensoriais (Tabela 2).

Na categoria Sabor, composta pelas subcategorias: Achocolatado, Frutado e Caramelado (Figura 5), todos os grupos apresentaram o sabor caramelado e achocolatado na bebida, porém em níveis diferentes. Na subcategoria Achocolatado maior frequência (40%) foi observada no grupo Caturra e Cultivares Derivadas do HT. Na subcategoria Frutado, apenas o grupo Caturra não apresentou enunciados relativos, diferente do observado para o grupo Híbrido de Timor, em que cerca de 70% das observações estiveram atreladas a esta subcategoria, indicando a potencialidade deste grupo de genótipos na produção de cafés com nuances frutadas. A subcategoria Caramelado, embora observada em todos os grupos, ocorreu com maior frequência nos genótipos Caturra (40%) e nas Cultivares Tradicionais (33%) e Derivadas do HT (40%).

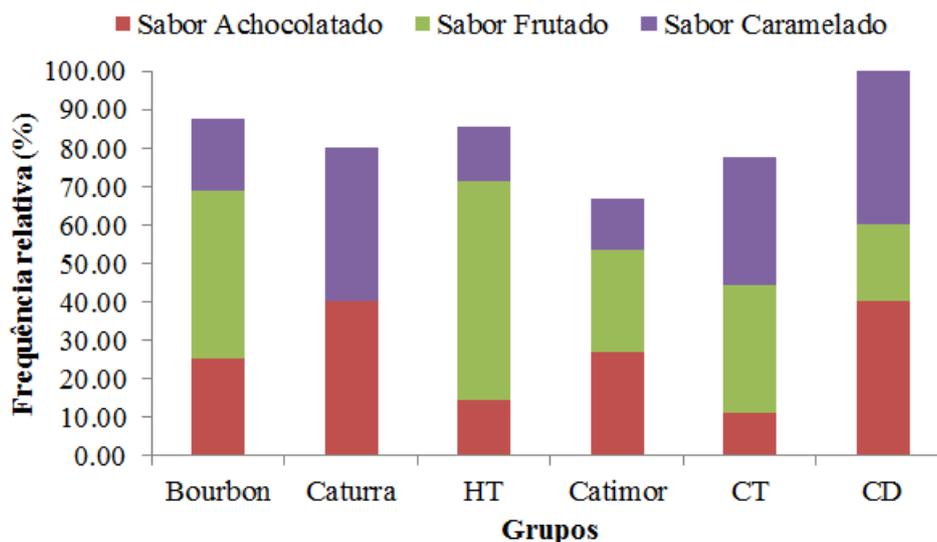


Figura 5. Frequência relativa de comentários nas subcategorias de Sabor (Melado; Chocolate; Frutado; Caramelado) para cada grupo de origem genealógica (Bourbon; Caturra; HT: Híbridos de Timor; Catimor; CT: Cultivares Tradicionais; CD: Cultivares Derivadas do HT).

Na categoria temática Aroma, composta pelas subcategorias: Aroma Floral, Aroma Cítrico e Aroma Indefinido/Agradável (Figura 6), houve expressiva distinção entre os grupos. Com exceção das Cultivares Tradicionais, que não apresentaram enunciados relativos à Categoria, os demais grupos estiveram associados a uma ou duas Subcategorias. O Aroma Floral foi observado com maior frequência nos grupos Caturra e Cultivares Derivadas do HT (20%) e em menor frequência nos grupos Bourbon (6,25%) e Catimor (6,67%). O grupo Híbrido de Timor apresentou maior frequência de aromas específicos, sendo o único que apresentou, com frequência de 14%, o aroma Cítrico. A Subcategoria Aroma Indefinido/Agradável não se referiu a um aroma específico, mas foi identificada com alta frequência nos grupos Bourbon e Catimor, indicando características positivas no aroma dos cafés, que possivelmente por questões do ambiente em estudo, não foram manifestadas ao ponto de serem identificadas especificamente quanto a nuances referenciais.

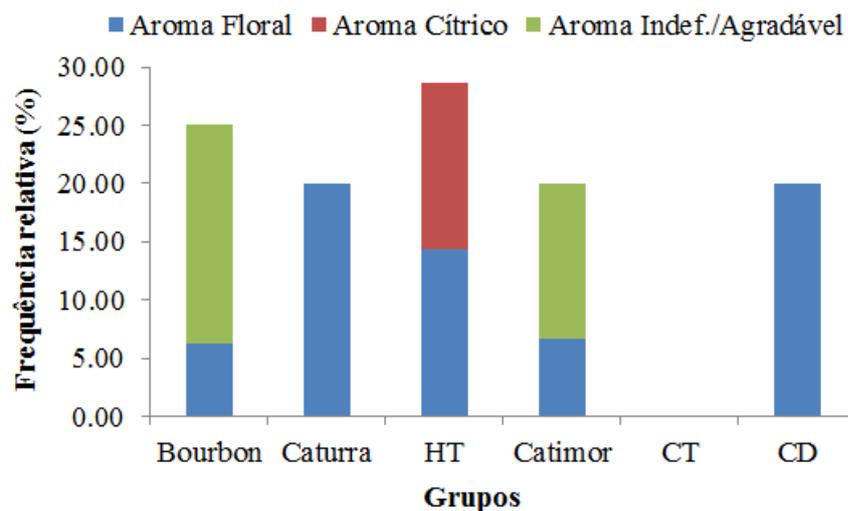


Figura 6. Frequência relativa de comentários nas subcategorias de Aroma (Floral; Cítrico; Indefinido/Agradável) para cada grupo de origem genealógica (Bourbon; Caturra; HT: Híbridos de Timor; Catimor; CT: Cultivares Tradicionais; CD: Cultivares Derivadas do HT).

Na categoria temática Doçura, composta pelas subcategorias: Doçura Elevada e Doçura Mediana (Figura 7) os grupos apresentaram frequências distintas apenas quanto a intensidade. Embora a Doçura tenha sido relatada em quase todos os genótipos avaliados, para o grupo Híbrido de Timor, em cerca de 86% dos comentários a intensidade de doçura da bebida foi elevada. Na mesma Subcategoria, também foram observadas altas frequências para o grupo de Cultivares Tradicionais (66,67%) e Cultivares Derivadas do HT (60%). Nos demais grupos houve relativo equilíbrio quanto à frequência nas duas subcategorias.

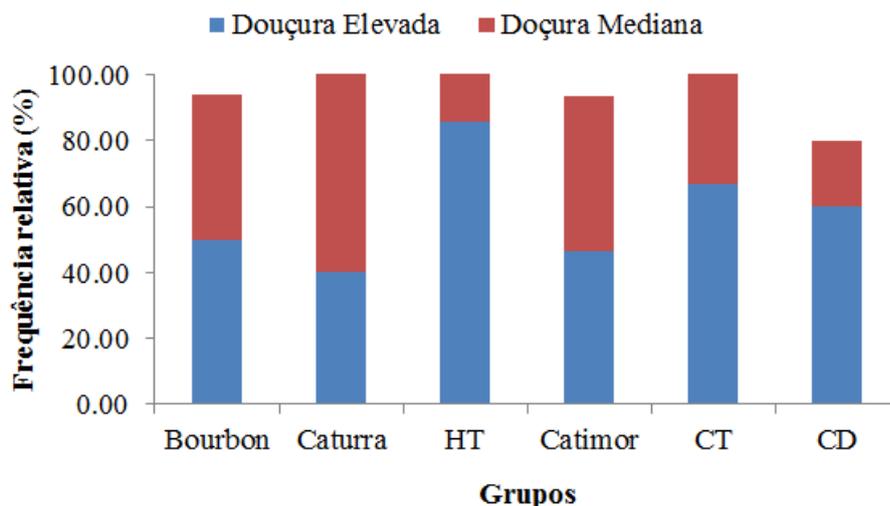


Figura 7. Frequência relativa de comentários nas subcategorias de Doçura (Doçura elevada; Doçura mediana) para cada grupo de origem genealógica (Bourbon; Caturra; HT: Híbridos de Timor; Catimor; CT: Cultivares Tradicionais; CD: Cultivares Derivadas do HT).

Na categoria Acidez, três subcategorias foram identificadas: Acidez Viva, Acidez Indefinida/Média e Acidez Adocicada (Figura 8). A subcategoria Acidez Indefinida/Média não se referiu a uma qualidade específica da acidez como ocorreu nas demais (Viva e Adocicada), mas foi identificada em todos os grupos, sendo a única referência relativa a Acidez no grupo Caturra. A Acidez Adocicada foi observada, em frequências reduzidas, apenas para os grupos Bourbon (18,75%) e Híbridos de Timor (14,29), enquanto a Acidez Viva foi identificada em todos os grupos, com exceção do Caturra, com frequências entre 6,67% (Catimor) e 28,75% (Híbridos de Timor).

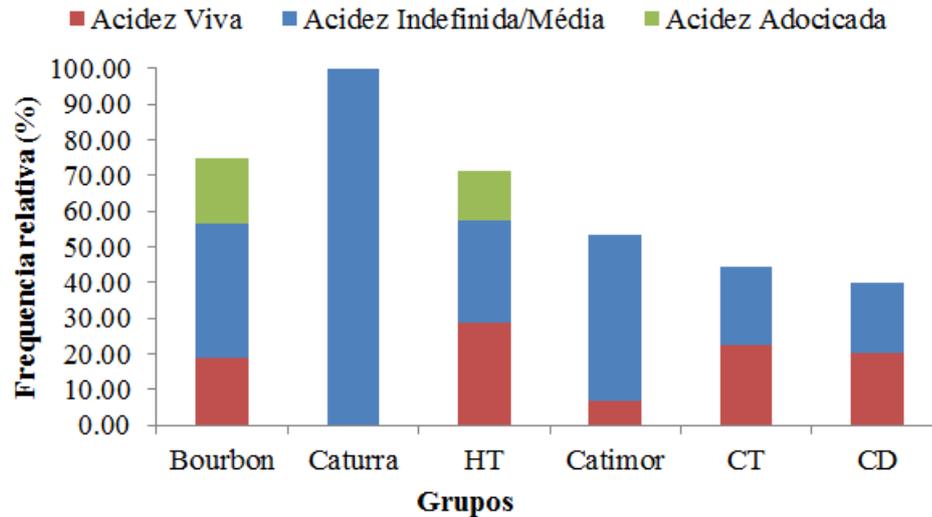


Figura 8. Frequência relativa de comentários nas subcategorias de Acidez (Mediana; Indefinida/Viva; Adocicada) para cada grupo de origem genealógica (Bourbon; Caturra; HT: Híbridos de Timor; Catimor; CT: Cultivares Tradicionais; CD: Cultivares Derivadas do HT).

Na categoria Retrogosto foram identificadas as subcategorias: Retrogosto Prolongado, Retrogosto Refrescante e Retrogosto Indefinido/Prazeroso (Tabela 2). Os grupos Híbridos de Timor e Cultivares Derivadas de Timor foram os que apresentaram maior frequência de termos associados ao Retrogosto. Embora visualize-se no Sensoriograma, notas semelhantes desses grupos com os demais (Figura 3), usando a Análise de Conteúdo, como metodologia complementar na caracterização sensorial dos cafés, pode-se observar que a frequência e a qualidade de nuances para Retrogosto diferiu entre esses (Figura 9).

Nesse contexto, observa-se que os grupos Bourbon e Caturra apresentaram em baixas frequências relativas, apenas termos associados à subcategoria Retrogosto Refrescante, enquanto os grupos Híbridos de Timor e Cultivares Derivadas foram os únicos associados a um Retrogosto Indefinido “Prazeroso”, não claramente descrito pelos degustadores.

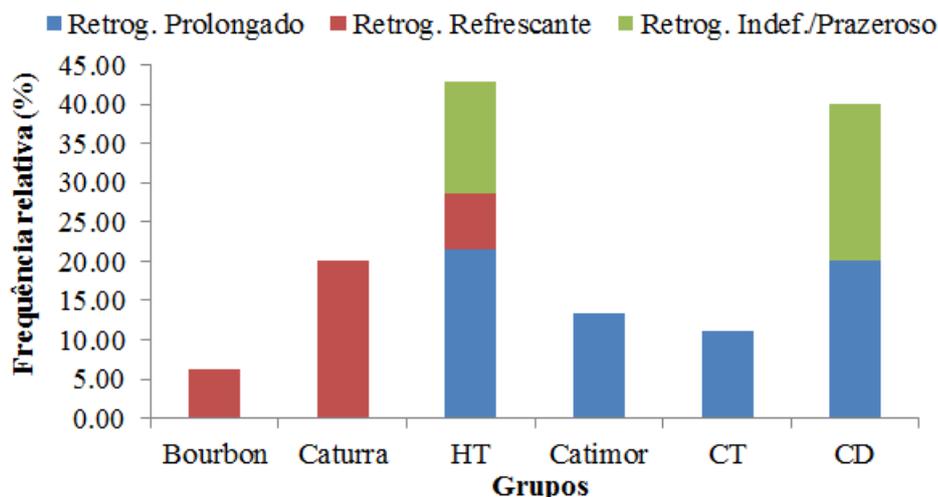


Figura 9. Frequência relativa de comentários nas subcategorias de Retrogosto (Prolongado; Refrescante; Indefinido/Prazeroso) para cada grupo de origem genealógica (Bourbon; Caturra; HT: Híbridos de Timor; Catimor; CT: Cultivares Tradicionais; CD: Cultivares Derivadas do HT).

A categoria temática Corpo foi subdividida nas subcategorias: Corpo Suave, Encorpado e Muito Encorpado (Figura 10). Cafés muito encorpados são propícios para atender o mercado de cafés espessos, visto que neste modo de preparo da bebida, apenas cafés muito encorpados mantêm a qualidade especial após o preparo (Illy e Viani, 2005).

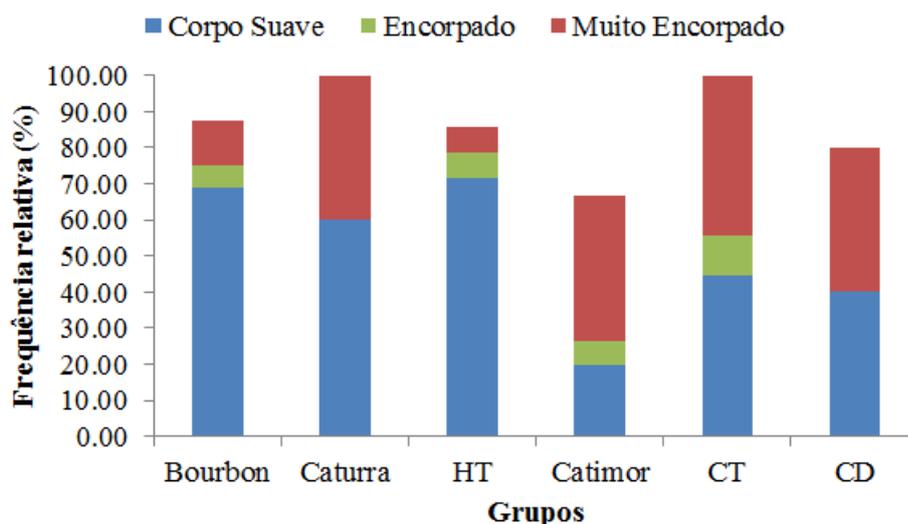


Figura 10. Frequência relativa de comentários nas subcategorias de Corpo (Suave; Encorpado; Muito Encorpado) para cada grupo de origem genealógica (Bourbon;

Caturra; HT: Híbridos de Timor; Catimor; CT: Cultivares Tradicionais; CD: Cultivares Derivadas do HT).

Os grupos Bourbon, Caturra e Híbrido de Timor apresentaram Corpo Suave na maioria dos genótipos. Entretanto, Bourbon e Caturra, diferenciaram-se quanto à qualidade do Corpo, ocorrendo nos genótipos Caturra, maior frequência de bebidas muito encorpadas (40%). Embora possuam a mesma genealogia que o grupo Bourbon, a individualização dos genótipos Caturra em um grupo foi adequada, posto que esses apresentaram variações na qualidade das nuances da bebida. A diferença observada provavelmente relaciona-se ao ambiente distinto de formação dos frutos, proporcionado pela mutação genética de arquitetura das plantas.

Embora grupo Híbrido de Timor, apresente em predomínio Corpo Suave, as Cultivares Derivadas do HT, apresentaram em igual proporção (40%), características de Corpo Suave e Muito Encorpado. Proporção semelhante (44%) de Corpo Suave e Muito Encorpado também foi observada para o grupo de Cultivares Tradicionais, indicando que a característica Muito Encorpado na bebida das Cultivares Derivadas do HT, seja oriunda de alelos provenientes do grupo de Cultivares Tradicionais, uma vez que genótipos (Catuaís) deste grupo são parentais na hibridação artificial que deu origem às Cultivares Derivadas do HT. Essa qualidade de Corpo observada, indica a potencialidade dos cafés especiais oriundos destas cultivares (Tradicionais e Derivadas de HT) em atender nichos de mercado. O grupo Catimor teve características de Corpo menos ressaltadas pelos degustadores, no entanto, a semelhança do grupo Caturra, apresentou em maior proporção (40%) cafés muito encorpados.

A análise do Sensoriograma e dos dados obtidos por meio da Análise de Conteúdo aplicada ao comentário dos degustadores, permitem inferir que genótipos com o mesmo Escore Final de pontos, podem diferir quanto à intensidade e qualidade de nuances. Embora todos os genótipos avaliados sejam cafés especiais, esses possuem especificidades de Sabor, Aroma, Doçura, Acidez, Retrogosto e Corpo, somente compreendidas pela análise dos comentários dos degustadores.

Nesse sentido, sugere-se o uso do Sensoriograma para diferenciação de cafés especiais de mesmo Escore Final de pontos, identificando os atributos sensoriais preponderantes ao atendimento dos nichos de mercado. De modo complementar, para atender mercados que especificam a qualidade e intensidade das nuances desejadas nos

cafés especiais, sugere-se a caracterização sensorial dos mesmos, baseada no método de Análise de Conteúdo (Bardin 1977), aplicada às opiniões expressas pelos degustadores.

Uma vez que o presente trabalho traz informações inovadoras, relativas a cafés especiais, a discussão do problema fica limitada a escassez de literaturas relativas a nuances sensoriais de cafés especiais. Nesse sentido, espera-se que os dados e hipóteses abordadas neste trabalho, subsidiem novas pesquisas visando o desenvolvimento científico do tema, possibilitando ganhos à comunidade científica e à cadeia envolvida no mercado de cafés especiais.

#### **4.0 CONCLUSÕES**

O Sensoriograma e a Análise de Conteúdo são metodologias que complementam a atual escala por notas, passíveis de uso na caracterização sensorial de cafés especiais quanto à qualidade e intensidade de nuances.

Os grupos genealógicos estudados apresentam potencial genético para produção de cafés especiais. No ambiente avaliado, o grupo de Cultivares Derivadas de Híbrido de Timor apresentou potencial superior, produzindo cafés classificados como excelentes a raros pelo mercado de cafés especiais.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGWANDA, C.O, BARADAT, P., ESKES, A.B., CILAS, C., CHARRIER, A. Selection for bean and liquor qualities within related hybrids of arabica coffee in multi-local field trials. **Euphytica**. 131: 1-14. 2003.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BERTRAND, B., VAAST, P., ALPIZAR, E., ETIENNE, H., DAVRIEUX, F., & CHARMETANT, P. Comparison of bean biochemical composition and beverage quality of Arabica hybrids involving Sudanese-Ethiopian origins with traditional varieties at various elevations in Central America. **Tree physiology**, 26(9), 1239-1248. 2006.

BSCA – Brazil Specialty Coffee Association - Associação Brasileira de Cafés Especiais. Disponível em: <www.bsca.com.br >. Acesso em: 20 de junho 2013.

CHALFOUN, S. M., PEREIRA, M. C., CARVALHO, G. R., PEREIRA, A. A., SAVIAN, T. V., & BOTELHO, D. D. S. Sensorial characteristics of coffee (*Coffea arabica* L.) varieties in the Alto Paranaíba Region. **Coffee Science**, 8(1), 43-52. 2013.

GUIMARÃES, P. T. G.; GARCIA, A. W. R.; ALVAREZ, V. H.; PREZOTTI, L. C.; VIANA, A. S.; MIGUEL, A. E.; MALAVOLTA, E.; CORRÊA, J. B.; LOPES, A. S.; NOGUEIRA, F. D.; MONTEIRO, A. V. C. Cafeeiro. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVARES, V. H. (Ed). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: UFV, 1999. p. 289-3002.

HILL, T. & LEWICKI, P. **STATISTICS: Methods and Applications**. StatSoft, Tulsa, OK. 2007.

ILLY, A.; VIANI, R. **Espresso Coffee: The science of quality**. 2.ed. London, UK: Academic press, 2005, 385 p.

JONG, S.; HEIDEMA, J. van den; KNAAP, H. C. M. Generalized procrustes analysis of coffee brands tested by five European sensory panels. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 9, n. 3, p. 111- 114, 1998.

KITZBERGER, C. S. G. ; SCHOLZ, M. B. S; SILVA, G.D.; Toledo, J.B. BENASSI, M. Caracterização sensorial de cafés arábica de diferentes cultivares produzidos nas mesmas condições edafoclimáticas. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 14, p. 39-48, 2011.

LELOUP, V. et al. Impact of wet and dry process on green coffee composition and sensory characteristics. In: ASIC, 20., 2004, Bangalore. **Proceedings...** Bangalore: ASIC, 2004. 1 CD-ROM.

LEROY, T.; RIBEYRE, F.; BERTRAND, B.; CHARMETANT, P.; DUFOUR, M.; MONTAGNOS, C.; MARRACCINI, P.; POT, D. Genetics of coffee quality. **Braz. J. Plant Physiol.** vol.18, n.1, pp. 229-242. 2006.

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

NARAIN, C.; PATERSON, A.; REID, E. Free choice and conventional profiling of commercial black filter coffees to explore consumer perceptions of character. **Food Quality Preference**, Oxford, v. 15, n. 1, p. 31-41, 2003.

NEBESNY, E.; BUDRYN, G. Evaluation of sensory attributes of brews from robusta coffee roasted under different conditions. **European Food Research and Technology**, Berlin, v. 224, n. 1, p. 159-165, 2006.

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

SCAA. - Cupping Specialty Coffee. Specialty Coffee Association of America Protocols. 2009 p. 7. Available on <<http://www.scaa.org/PDF/resources/cupping-protocols.pdf>>. Access in January, 18, 2013.

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

SETOTAW, T. A.; CAIXETA, E.T.; PEREIRA, A. A.; OLIVEIRA, B.A.C.; CRUZ, C.D.; ZAMBOLIM, E.M.; ZAMBOLIM, L.; SAKIYAMA, N.S. Coefficient of Parentage in L. Cultivars Grown in Brazil. **Crop Science**. 53: 1237–1247. 2013

SETOTAW, T. A.; Pena, G.F.; ZAMBOLIM, E.M.; PEREIRA, A.A.; SAKIYAMA, N.S. Breeding potential and genetic diversity of "Híbrido do Timor" coffee evaluated by molecular markers. **Crop Breed. Appl. Biotechnol.** v.10, n.4, pp. 298-304. 2010.

USDA. United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service- Circular Series. Coffee: World Markets and Trade. June 2013. Available at <<http://www.fas.usda.gov/psdonline/circulars/coffee.pdf>> Access 06-25-2013.

VAN DER VOSSSEN, H. A. M. The cup quality of disease-resistant cultivars of Arabica coffee (*Coffea arabica*). **Experimental Agriculture**, 45(3), 323. 2009.

## CONCLUSÕES GERAIS

- Há divergência genética para qualidade de grãos e de bebida entre os acessos do Híbrido de Timor, progênies e cultivares deles derivadas.

- Acessos do germoplasma Híbrido de Timor (UFV 377-34, UFV 450-61, UFV 451-41 e UFV 454-43) e do Catimor (UFV 390-52), são os mais promissores para integrar programas de melhoramento genético, com ênfase na qualidade dos grãos e da bebida.

- Existe alta divergência genética para qualidade sensorial entre os genótipos *C. arabica*, e a maioria desses possui qualidade igual ou superior a exigida para cafés especiais, indicando a possibilidade de ganhos genéticos em qualidade.

- Correlação genética elevada existe entre os atributos Sabor e Doçura com o Escore Final. Em geral, as correlações ambientais indicam que causas de variações ambientais distintas atuam sobre os caracteres de qualidade sensorial.

- Dezesesseis genótipos identificados no capítulo 2 apresentam qualidade de cafés especiais excelentes e são promissores para integrar programas de melhoramento genético da qualidade sensorial do café.

- O Sensoriograma e a Análise de Conteúdo são metodologias que complementam a atual escala por notas, passíveis de uso na caracterização sensorial de cafés especiais quanto à qualidade e intensidade de nuances.

- Os grupos genealógicos estudados apresentam potencial genético para produção de cafés especiais. No ambiente avaliado, o grupo de Cultivares Derivadas de Híbrido de Timor apresentou potencial superior, produzindo cafés classificados como excelentes a raros pelo mercado de cafés especiais.