

IVAN DE PAIVA BARBOSA

**AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE *Coffea arabica* L. PARA CAFÉS  
ESPECIAIS NA REGIÃO DAS MATAS DE MINAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de  
Viçosa, como parte das exigências do Programa de  
Pós-Graduação em Genética e Melhoramento para  
obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS- BRASIL  
2018

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa

T

B238a  
2018  
Barbosa, Ivan de Paiva, 1990-  
Avaliação de cultivares de *Coffea arabica* L. para cafés  
especiais na região das Matas de Minas / Ivan de Paiva Barbosa.  
– Viçosa, MG, 2018.  
xi, 88f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexo.

Orientador: Ney Sussumu Sakiyama.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Café - Avaliação sensorial. 2. Café - Melhoramento  
genético. 3. Café - Fisiologia pós-colheita. 4. Café - Qualidade.  
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Fitotecnia.  
Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento.  
II. Título.

CDD 22. ed. 633.73

IVAN DE PAIVA BARBOSA


**AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE *Coffea arabica* L. PARA CAFÉS  
ESPECIAIS NA REGIÃO DAS MATAS DE MINAS**

Dissertação apresentado à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 20 de fevereiro de 2018.

  
Renato Domiciano Silva Rosado

  
Cosme Damião Cruz  
(Coorientador)

  
Ney Sussumu Sakiyama  
(Orientador)

*Aos meus pais Antônio Siqueira Barbosa e Verônica de Paiva Barbosa, pelo amor, carinho e exemplo de vida na qual eu me orgulho muito.*

*Aos meus irmãos Igor Luís Barbosa e Israel de Paiva Barbosa pela amizade e companheirismos em todos os momentos da minha vida.*

*A minha sobrinha Ana Beatriz, que tanto amo, pelo carinho e alegria.*

*A minha cunhada Ana Lucia, pela amizade.*

*A minha avó Conceição pelo amor, carinho, preocupação e conselhos.*

## **DEDICO E OFEREÇO**

*Penso noventa e nove vezes e nada  
descubro. Deixo de pensar,  
mergulho em profundo silêncio, e a  
verdade me é revelada.*

*(Albert Einstein)*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me acompanhar sempre, dando força e segurança para superar os desafios da vida. Agradeço também pela família que tenho.

A meus pais Antônio Siqueira Barbosa e Verônica de Paiva Barbosa, que tanto amo, pelo carinho, amizade, amor, educação e por sempre me apoiarem e estarem dispostos a me ajudar em todas as etapas da minha vida.

A meus irmãos Igor Luís Barbosa e Israel de Paiva Barbosa pela amizade, apoio e suporte a quem posso confiar e buscar apoio.

Minha linda e amada Sobrinha Ana Beatriz, pelo amor e carinho.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Programa de Pós-Graduação em Melhoramento de Plantas pela oportunidade de cursar a graduação e mestrado.

Ao professor Ney Sussumu Sakiyama pela orientação, pela confiança, ensinamentos, apoio, suporte e amizade.

A meus amigos e coorientadores, pesquisadores Antônio Carlos Baião de Oliveira e Antônio Alves Pereira (Tônico) pela coorientação, suporte, apoio, grandes ensinamentos, momentos de conversa, descontração e alegria que proporcionam mesmo nos dias de trabalho árduo.

Ao amigo e coorientador professor Cosme Damião Cruz que tanto admiro, pelos ensinamentos, total disponibilidade em ajudar, pelos momentos de alegria e descontração e pela oportunidade de trabalhar com uma equipe de laboratório com valor inestimado em relação a amizade, confiança, apoio e suporte.

Aos grandes amigos, membros da família bioinformática, Vinícius, Renato, Daiana, Marciane, Wender, Ithalo, Moysés, Márcia, Isabela, Ricardo, Jussara, Weverton,

Haroldo, Alexandre, Laís, Gabi, Luciano, Cristiano, Juninho, Iara e Francyse, membros da família Bioinformática, pela união, companheirismo, ensinamentos e momentos de descontração e alegria.

Aos pesquisadores e funcionários da EPAMIG, em especial, Maria Aparecida Sedyama, Sanzio Mollica, Maira Cristina, Maria Regina, Claudia Lucia, Rosana, Geraldinho e Canuto pelos ensinamentos, oportunidades, apoio, confiança e principalmente a amizade, contribuindo de forma significativa para que pudesse chegar até aqui.

Aos amigos bolsistas da EPAMIG Diondevon, André, Pedro e Vanessa.

A meus amigos de graduação, em especial Isloane, Enock, Huarlen, Juninho, Adriele, Patrícia, Tamires, Maiara e Carol, pelo apoio, suporte e momentos inesquecíveis vividos com grande amizade, amor e carinho.

A todos os amigos da pós-graduação, em especial os bests Marcia, Maiara, Bruno, Bruna, Alexandre, Raissa, Daniel, Ciene e Lucas.

Aos amigos “Canalhas” Evandro, David, Robson, Dj André, João Felipe, Vanildo e Victor pelos momentos de descontrações e companheirismo.

Aos amigos do GenMelhor Bruno, Murilo, Cleverson, Diondevon, Isabela, Maikon, Michelle, Ronaldo, Rafael, Lucas, Ramon e Thais.

Aos amigos inseparáveis Edipo, Edison (Titito) e Wilian pelo companheirismo, fidelidade e a quem posso depositar confiança e buscar ajuda e suporte em qualquer momento de minha vida.

A meus familiares, por estarem sempre dispostos e de braços abertos a me ajudar.

A todos os amigos que de alguma forma fazem parte da minha história.

**MUITO OBRIGADO!**

## **BIOGRAFIA**

IVAN DE PAIVA BARBOSA, filho de Verônica de Paiva Barbosa e Antônio Siqueira Barbosa, nasceu em 7 de fevereiro de 1990, em Viçosa, estado de Minas Gerais.

Em 2008, concluiu o ensino médio pela Escola Estadual Santa Rita de Cássia.

Em 2010, formou-se como técnico em Meio Ambiente pela Escola Técnica de Viçosa - ETEV.

Em janeiro de 2015, graduou-se em agronomia, pela Universidade Federal de Viçosa.

Em março de 2015, ingressou no curso de Pós-Graduação, em nível de mestrado, em Genética e Melhoramento de Plantas pela Universidade Federal de Viçosa.



## SUMÁRIO

RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. OBJETIVOS.....	8
2.1. Objetivo Geral.....	8
2.2. Objetivos Específicos.....	9
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	9
3.1. Melhoramento Genético do cafeeiro.....	9
3.2. Híbrido de Timor.....	11
3.3. Ferrugem do cafeeiro.....	12
3.4. Influência da ferrugem na qualidade de bebida.....	12
3.5. Colheita.....	14
3.6. Processamento pós-colheita.....	15
3.7. Qualidade de bebida do café.....	16
3.8. Análise sensorial.....	18
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20
5. CAPÍTULO 1.....	28
Resumo.....	28
Abstract.....	29
Introdução.....	30
Material e Métodos.....	31
Resultados e Discussão.....	36
Conclusões.....	51
Agradecimentos:.....	52
Referências:.....	52
6. CAPÍTULO 2.....	57
Resumo.....	57
Abstract.....	58
Material e Métodos.....	60
Resultados e discussão.....	64
Conclusões.....	78
Agradecimentos:.....	78
Referências.....	78
7. CONCLUSÃO GERAL.....	82
8. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	83
9. ANEXOS.....	85

## RESUMO

BARBOSA, Ivan de Paiva, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2018. **Avaliação de cultivares de *Coffea arabica* L. para cafés especiais na região das Matas de Minas.** Orientador: Ney Sussumu Sakiyama. Coorientadores: Cosme Damião Cruz, Antônio Carlos Baião de Oliveira e Antônio Alves Pereira.

Objetivou-se com este trabalho, avaliar o perfil sensorial da bebida de genótipos de *Coffea arabica* com resistência à ferrugem nas diferentes formas de processamento pós-colheita (café despulpado e café natural) e identificar aqueles com maior potencial genético para produção de cafés especiais na região das Matas de Minas. Os experimentos foram instalados em três municípios na região das Matas de Minas, em Minas Gerais – Brasil, em 2012. O delineamento foi em blocos casualizados com duas repetições, dez genótipos resistentes à ferrugem e uma testemunha susceptível. As amostras de frutos do tipo cereja foram avaliadas por meio do perfil sensorial da bebida, segundo o protocolo da “*Specialty Coffee Association of America (SCAA)*”. Todos genótipos com resistência à ferrugem apresentaram potencial para produção de cafés especiais de acordo com a metodologia SCAA. As cultivares Araponga MG1, Catiguá MG1, Catiguá MG2, MGS Catiguá 3, Oeiras MG6851, Pau-Brasil MG1 e Sacramento MG1, não apresentaram diferenças para nota total nas diferentes formas de processamento. O município de Araponga se caracterizou por proporcionar notas “muito boas” ou “excelentes” do atributo corpo para o café despulpado e do atributo equilíbrio para o café natural. Os genótipos Catiguá MG1, Catiguá MG2, Catucaí 25/137, Paraíso MGH419-1 e a H419-3-3-7-16-4-1 apresentaram os melhores desempenhos para a nota total, acima de 85 pontos, quando o café foi despulpado. No entanto, apenas Catiguá MG1 e Catiguá MG2 não sofreram redução significativa da nota quando manteve o fruto com casca (café natural). A expressão dos atributos de qualidade sensorial é distinta em diferentes ambientes e essa informação pode ser interessante para recomendação de cultivares associadas ao marketing de cafés especiais. Além disso, devido a interação do perfil sensorial com a forma de

processamento, as recomendações de genótipos de café devem ser realizadas levando em consideração o nível tecnológico utilizado na secagem dos grãos e assim maximizar o potencial para qualidade de bebida.

## ABSTRACT

BARBOSA, Ivan de Paiva, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2018. **Evaluation of cultivars of *Coffea arabica* L. for special coffees in the region of Matas de Minas.** Adviser: Ney Sussumu Sakiyama. Co-advisers: Cosme Damião Cruz, Antônio Carlos Baião de Oliveira and Antônio Alves Pereira.

The aim of this work was to evaluate the sensorial profile of the beverage of *Coffea arabica* genotypes with resistance to rust in order to characterize the material in different forms of post-harvest processing (pulped coffee and natural coffee) and to identify the materials with the highest genetic potential for coffee production in the region of Matas de Minas. The experiments were installed in three municipalities in the state of Minas Gerais – Brazil, in 2018. The experimental design was a randomized block with two replicates and ten rust resistant genotypes and one susceptible control. The samples of cherry-type fruits were evaluated through the sensorial profile of the beverage, according to protocol of the Specialty Coffee Association of America (SCAA). All genotypes with resistance to rust evaluated presented potential to produce special coffees according to the SCAA methodology. The cultivars Araponga MG1, Catiguá MG1, Catiguá MG2, MGS Catiguá 3, Oeiras MG6851, Pau-Brasil MG1 and Sacramento, presented no differences for total score in the different forms of processing. The Araponga county was characterized by providing "very good" or "excellent" grades of the body attributes for pulp coffee and the equilibrium attribute for natural coffees. The genotypes Catiguá MG1, Catiguá MG2, Catucaí 25/137, Paraiso MGH419-1 and H419-3-3-7-16-4-1 presented the best performances for the total score, above 85 points, when the coffee was pulp coffee. However, only Catiguá MG1 and Catiguá MG2 did not suffer a significant reduction of the note when the fruit was kept in bark (natural coffee). The expression of the attributes of sensorial quality is distinct in different environments and this information may be interesting for recommending cultivars associated with the marketing of special coffees. In addition, due to the interaction of the sensory profile with the processing form,

the recommendations of coffee genotypes should be made taking into account the technological level used in the drying of the grains and thus maximizing the potential for beverage quality.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O café chegou ao Brasil em 1727 na cidade de Belém no Pará, trazido da Guiana Francesa pelo Sargento-Mor Francisco de Mello Palheta a pedido do governador do Maranhão e Grão Pará. Já naquela época o café possuía grande valor comercial (DIAS & SILVA, 2015; FRAGA, 1963). A partir daí, com o aumento da procura pelos mercados consumidores da Europa e EUA a cafeicultura se expandiu para o sul do país, onde beneficiou-se com clima e solo propício.

Atualmente, o Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café, responsável por 70% das exportações mundiais. De acordo com dados da Conab (2017), em 2017, o país alcançou a produção total de 44,97 milhões de sacas de 60 quilos de café beneficiado. Neste mesmo período, o estado de Minas Gerais foi responsável pela produção de 24,45 milhões de saca e a região das Matas de Minas alcançou a produção de 6.481,1 mil sacas, sendo 96,55% dessa produção composta por café arábica. Ainda em 2017, a demanda brasileira total do produto, consumo mais exportação, foi estimada em aproximadamente 51,29 milhões de sacas. Dessa forma, houve um déficit de 6,2 milhões de sacas. Na safra passada, o déficit já havia totalizado em 3,4 milhões de sacas.

Existem cerca de 124 espécies de cafés no mundo (DAVIS et al., 2011), mas as espécies *Coffea arabica* e *Coffea canephora*, esta conhecida como Robusta (no Brasil, Conilon), são as mais produzidas, representando em 2017, respectivamente, 76% e 24% da produção nacional (CONAB, 2017). É sabido que *Coffea arabica* apresenta melhor qualidade de bebida e maiores teores de carboidratos, lipídeos e trigonelina, dentre outros compostos. A espécie *Coffea canephora*, apresenta maiores teores de polifenóis e cafeína. Assim, este café é preferido pela indústria de café solúvel, além da produção de blends, pela mistura de grãos de *C. arabica* com *C. canephora*, a fim de enriquecer os sabores e aromas do produto final (RIBEIRO et al., 2014).

O parque cafeeiro do Brasil é constituído basicamente pelas cultivares Catuaí e Mundo Novo, ambas da espécie *C. arabica*, que são suscetíveis à ferrugem alaranjada (*Hemileia vastatrix* Berk & Br) considerada a principal doença da cultura. A ferrugem pode provocar a desfolha precoce e a seca dos ramos laterais antes da época de florescimento do cafeeiro, refletindo negativamente no vingamento de frutos na produção atual, além de prejuízos na produção do ano seguinte. Dependendo da altitude, das condições climáticas e do estado nutricional da planta, a ferrugem pode causar até 50% de perdas na produção (PEREIRA et. al., 2013).

Além das perdas da produção, o custo no controle da ferrugem é dependente do manejo adotado que está diretamente associado ao custo de produção do café. Quando se opta pelo manejo químico, além do produto utilizado, também devem ser levados em consideração as tecnologias de aplicação que podem onerar o processo. Esse fato deve ser considerado, principalmente em épocas de crises de preços do café no mercado atacadista, onde o produtor deve utilizar estratégias para permanecer no negócio. Além do mais, devemos considerar o risco de contaminação ambiental quando se opta pelo manejo químico, principalmente por meio da utilização indevida dos agrotóxicos, bem como a exposição dos trabalhadores aos produtos utilizados para o controle químico da doença, que pode acarretar problemas à saúde. Dessa maneira, as cultivares de café resistentes à ferrugem constituem-se em excelentes opções para os cafeicultores, principalmente para os pequenos produtores das áreas montanhosas da região das Matas Minas, onde o controle químico da doença é ainda mais dificultado em virtude das características geográficas dessa região.

Para se manter competitivo, o cafeicultor precisa buscar informações técnicas de tal forma a compensar tais dificuldades, via redução de custos, em relação ao melhor conhecimento da lavoura e à maior preocupação com a qualidade do café (ALVES, 2005).

Nesse contexto, o plantio de cultivares com resistência é uma opção para o controle da ferrugem e uma forma de reduzir os custos de produção.

Atualmente, existem muitas cultivares de cafés com resistência à ferrugem (FASSIO et al., 2013; PEREIRA et al., 2011; ALVES, 2005). No entanto, a adoção destas cultivares pelos cafeicultores ainda é muito baixa, possivelmente, em razão de as cultivares tradicionalmente mais plantadas, notadamente do grupo Catuaí e Mundo Novo, serem altamente produtivas e apresentarem ampla adaptação e estabilidade nas principais regiões cafeeiras do país (NOGUEIRA, 2003). Outra razão, talvez seja em consequência da alta eficiência dos fungicidas recomendados para o controle da ferrugem do cafeeiro, especialmente os fungicidas sistêmicos, aplicados tanto via foliar como via solo. Por último, outra possível razão, seja o desconhecimento por parte dos cafeicultores do comportamento regional das novas cultivares de café resistentes à ferrugem.

Neste contexto, o aumento da produtividade de grãos e da resistência a patógenos sempre foram os principais focos dos programas de melhoramento. Assim, caracteres como a qualidade de bebida foram considerados como caracteres secundários. Desta forma, muitas das cultivares desenvolvidas e plantadas atualmente no Brasil, apesar de produtivas, deixavam a desejar no aspecto da qualidade de bebida.

Atualmente, o Brasil tem pequena participação no mercado dos chamados cafés especiais. Esse cenário é reflexo da criação de políticas de intervenção na comercialização do café que incentivava os produtores a não comercializar cafés de melhor qualidade já que o foco era escoar o máximo de volume, com um único padrão de qualidade, uma vez que o mercado não pagava por cafés de qualidade superior. Para isso, os cafés de melhor qualidade eram misturados aos de pior qualidade. Desta forma, o Brasil, maior exportador mundial de café, ficou reconhecido internacionalmente como fornecedor de quantidade (cafés *commodities*) e não de qualidade dos cafés. Somente a partir da década de 1990,



com a saturação do mercado devido ao aumento na produção mundial e maiores exigências dos consumidores no mercado nacional e internacional por qualidade do produto, houve uma maior preocupação em aumentar a qualidade da bebida dos grãos produzidos (LEME e MACHADO, 2013). Hoje, os produtores da região das Matas de Minas estão entre os finalistas dos concursos de cafés especiais e exportam para países como Japão, Europa e Estados Unidos (BSCA, 2017). Demonstrando assim a importância do maior conhecimento do potencial produtivo e de qualidade do produto, para aumentar o cultivo de variedades resistentes à ferrugem e potencializar o comércio.

Nos últimos anos tem havido uma busca intensa pela melhoria da qualidade do café em todas as regiões produtoras do Brasil, incluindo a utilização de cultivares melhoradas e investimentos em infraestrutura para processamento pós-colheita (GIOMO & BORÉM, 2011). No entanto, existe escassez de estudos relacionados a qualidade da bebida dos genótipos desenvolvidos, em especial, considerando as interações com as diferentes condições ambientais e formas de processamento pós-colheita, que são fatores que exercem grande influência na qualidade para a maioria dos genótipos.

A produção de um café de boa qualidade de bebida depende de uma série de fatores, que variam desde a forma de cultivo (incluindo a escolha da variedade) e local de cultivo até mesmo a forma de processamento e armazenamento dos grãos. Aspectos climatológicos, uniformidade de maturação dos frutos colhidos, método de secagem, tempo entre uma atividade e outra, grãos danificados mecanicamente ou presença de patógenos são fatores que influenciam esta característica (SAATH, 2010; FERREIRA, 2010; DALVI, 2013; RIBEIRO, 2013).

A qualidade de um produto pode ser definida como um conjunto de características deste e suas comparações com padrões pré-estabelecidos (BORÉM, 2008). Porém, definir qualidade é uma tarefa árdua, pois varia conforme o desejo dos consumidores, que muitas

das vezes é regionalizado.

Os cafés especiais, de forma geral, diferenciam-se dos comuns pela ausência de defeitos e por apresentar atributos qualitativos distintos, sob efeito do genótipo, manejo e interação Genótipo  $\times$  Ambiente, a qual determina a qualidade intrínseca dos grãos (RHINEHART, 2009). No mercado de cafés especiais, quanto mais diferenciado for um determinado café e, logicamente, quanto melhor for a sua qualidade sensorial, maior será o seu valor. Esse fato representa excelente oportunidade para agregação de valor aos cafés produzidos, principalmente pelos pequenos cafeicultores das áreas montanhosas da Matas de Minas Gerais, tradicionalmente pouco remunerados em suas atividades cafeeiras.

O termo “cafés especiais” foi usado pela primeira vez por Erna Knutsen, em uma conferência internacional de café em Montreuil, na França, em 1978, para se referir aos cafés produzidos em microrregiões específicas e que apresentassem perfis de sabor único (RHINEHART, 2009). Com a evolução do mercado, houve a necessidade de uma melhor definição dos padrões de qualidade para o comércio de cafés especiais. Assim, em 1982 foi fundada a Specialty Coffee Association of America – SCAA, uma organização que busca uma linguagem em comum no mundo de cafés especiais. Foi criado, então, um protocolo específico para avaliação sensorial dos cafés especiais. Neste processo, as amostras são avaliadas com uma torra padronizada por tempo, cor e desenvolvimento, moagem com granulometria padrão, concentração e número de xícaras calculados de forma a alcançar uma maior precisão nas pontuações. E através de um formulário de avaliação são atribuídas notas de 6 a 10 pontos para 10 quesitos avaliados individualmente e os cafés são considerados especiais quando a soma de todos estes quesitos atinge uma nota superior a 80 pontos (SCAA, 2015).

De acordo com Rhinehart (2009), um café especial depende de uma série de fatores em uma cadeia produtiva para a qualidade do café, dentre eles podemos citar:

potencial, preservação e revelação. No caso do potencial, devemos levar em consideração a cultivar, o microclima, a química do solo e o cultivo. Para a preservação, o café deve ser colhido no ponto de maior potencial, ou seja, apenas cereja maduro. Após colhido o café deve ser rapidamente levado para as etapas de processamento utilizando as tecnologias mais adequadas e, posteriormente, embalado e armazenado de forma a preservar o potencial de qualidade. Já para a revelação, o torrador deve identificar com precisão o potencial do café, desenvolver adequadamente os sabores e, finalmente, embalar adequadamente o produto torrado.

As próximas etapas que não podem ser negligenciadas, são a moagem em tempo e granulometria adequados e, finalmente, o preparo da bebida. O preparo da bebida pode ser realizado de diferentes formas: café expresso, imersão, prensa francesa, dentre outros. Esse preparo deve ser com rigoroso padrão de qualidade da água, com temperatura e proporção apropriadas.

Ainda segundo Rhinehart (2009), embora não seja possível inspecionar os cafés em todas as etapas da cadeia, é possível classificar os cafés a partir do protocolo criado pela SCAA (2015) e descobrir quaisquer defeitos causados por práticas precárias que resultem em uma perda de potencial para o café.

O consumo dos cafés especiais cresce de maneira expressiva no mundo comparativamente ao mercado dos cafés comuns. Dados recentes mostram que a demanda pelos grãos especiais cresce em torno de 15% ao ano, principalmente no exterior, em relação ao crescimento de cerca de 2% do café *commodity*. O segmento representa hoje cerca de 12% do mercado internacional da bebida. O valor de venda atual para alguns cafés diferenciados tem sobrepreço médio que varia entre 30% e 40% do café convencional. Em alguns casos, pode ultrapassar a barreira dos 100%. Devido à diversidade de regiões ocupadas pela cultura do café no Brasil, o país produz tipos

variados desse produto, fato que possibilita atender às diferentes demandas mundiais, referentes a paladar e preços (COSTA & BESSA, 2014).

Através dos programas de melhoramento genético do café é possível reunir características de interesse em uma cultivar. Como exemplo, a resistência à ferrugem e a qualidade de bebida. A EPAMIG e Instituições parceiras têm trabalhado nesse sentido. Alguns dados preliminares de produtividade indicam que as cultivares resistentes à ferrugem são mais produtivas que a testemunha Catuaí Vermelho IAC 144, umas das cultivares mais cultivadas no Brasil. Ressalta-se, ainda, que essas cultivares resistentes têm demonstrado grande potencial para a produção de cafés de excelente qualidade de bebida, podendo ser potenciais cultivares para compor o mercado de cafés especiais que poderiam ser produzidos na região das Matas de Minas, estado de Minas Gerais, no Brasil. No entanto, ainda são necessários mais estudos para melhor caracterização desses materiais genéticos em relação à produtividade e qualidade final do produto, principalmente considerando a resposta das cultivares a diferentes ambientes e processamento pós-colheita.

Em regiões montanhosas, as propriedades geralmente apresentam lavouras que variam de pequenas a médias áreas. Vários fatores podem interferir na produtividade e na qualidade final do café, como as condições edafoclimáticas, o manejo da lavoura e os cuidados na colheita, secagem, beneficiamento e armazenamento. O relevo acidentado limita o espectro de culturas, o potencial produtivo e a mecanização. O grande número de fatores, aliados à variabilidade espacial e temporal da produção em quantidade e qualidade, tem dificultado a otimização e a racionalização da produção, podendo torná-la inviável e pouco sustentável.

A escolha do método de processamento do café é decisiva na rentabilidade da atividade cafeeira e dependerá de diversos fatores, tais como, condições climáticas da

região, disponibilidade de capital, tecnologia e equipamento, exigência do mercado consumidor quanto às características do produto, outorga para uso de água e disponibilidade de tecnologia para tratamento das águas residuárias. Assim, pode-se dizer que três aspectos são fundamentais na escolha do método de processamento do café: a relação custo/ benefício do método de processamento; a necessidade de atendimento à legislação ambiental e o padrão de qualidade desejado (BORÉM, 2008). Por conseguinte, visto que o café é um alimento e passível de deterioração, a qualidade do produto obtido é diretamente influenciada pelo método de processamento pós-colheita.

A agricultura familiar, mais que um setor econômico vigoroso, é um importante instrumento de inclusão social e distribuição de renda, dois importantes problemas brasileiros que precisam de soluções urgentes. São os agricultores familiares os responsáveis pela maior parte do alimento que chega à mesa dos brasileiros todos os dias. Se levarmos em consideração o estado de Minas Gerais, especificamente a região das Matas de Minas, que é muito montanhosa, os pequenos produtores necessitam adotar tecnologias para que a produção de café seja rentável. Assim, unir às cultivares a resistência a ferrugem, que afeta a produtividade das cultivares plantadas na região, e à elas a qualidade de bebida, através das avaliações sensoriais poderemos vislumbrar um ganho para o setor produtivo. Além do mais, poderemos adotar estratégias para produção de cafés especiais para região utilizando essas novas cultivares.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

- O objetivo do presente trabalho foi avaliar o potencial para qualidade e o perfil sensorial da bebida de grãos de cafés arábica produzidos por genótipos com resistência à ferrugem cultivados em três municípios da região das Matas Minas,

em Minas Gerais, Brasil, e caracterizar esses genótipos quanto ao processamento pós-colheita por via úmida e via seca.

## **2.2. Objetivos Específicos**

✓ Avaliar o potencial genético de genótipos de café arábica com resistência à ferrugem para a produção de cafés especiais e descrever o perfil sensorial desses genótipos cultivados na região das Matas de Minas - Brasil.

✓ Avaliar o perfil sensorial da bebida de genótipos de *Coffea arabica* a fim de caracterizá-los sob diferentes formas de processamento pós-colheita e identificar aqueles com maior potencial genético para a cafeicultura no município de Araponga, Minas Gerais, Brasil.

## **3. REVISÃO DE LITERATURA**

### **3.1. Melhoramento Genético do cafeeiro**

A produtividade do café é influenciada por vários fatores, como a utilização de insumos, avanços tecnológicos, fatores climáticos e biológicos e potencial genotípico das cultivares plantadas. Neste sentido, os programas de melhoramento genético contribuem de forma decisiva para o desenvolvimento da cultura, incorporando, por meio de cruzamentos, ganhos genéticos para produtividade, qualidade e outras características de interesse agrônomo através do desenvolvimento de cultivares com resistência a doenças, pragas dentre outras características importantes para a adaptação ao ambiente e novas tecnologias.

Embora a diversidade em espécies de café seja bastante significativa, das mais de 100 espécies do gênero *Coffea* já identificadas, apenas *C. arabica* e *C. canephora* são cultivadas comercialmente, e representam praticamente a totalidade do café

comercializado no mundo. A espécie *C. arabica* tem origem no sudoeste da Etiópia, sudeste do Sudão e norte do Quênia, em região restrita e marginal às demais espécies (CARVALHO, 2008).

A cafeicultura brasileira originou-se em 1727, pela introdução de apenas três plantas de café da variedade Typica, espécie *C. arabica*, oriunda do Iêmen, um país árabe que ocupa a extremidade sudoeste da Península da Arábia (CARVALHO, 2008). Além disso, embora existam muitas cultivares de *C. arabica*, todas as cultivares conhecidas da espécie são derivadas de *C. arabica* var. Typica e *C. arabica* var. Bourbon, que são consideradas as primeiras variedades de café. Dessa forma, os cafés, em especial os cultivados no Brasil, apresentam base genética extremamente estreita (ANTHONY et al., 2002; CARVALHO, 2008). Segundo Setotaw et al. (2013) 97,55 % da base genética de cultivares brasileiras de *C. arabica* são derivados de sete antepassados, onde o Bourbon Vermelho contribui com 52,76% para o *pool* genético das cultivares de *C. arabica* do Brasil e o Híbrido de Timor com 11,59%.

A espécie *C. arabica* é alotetraplóide, com  $2n = 4x = 44$  cromossomos, originado, provavelmente, da hibridação de gametas não reduzidos de espécies diploides do gênero. Esta espécie se reproduz predominantemente por autofecundação, com cerca de 10% de polinização cruzada (CARVALHO, 2008; YU et al., 2011).

A EPAMIG conta com um banco ativo de germoplasma de café no Estado de Minas Gerais, implantado na Fazenda Experimental de Patrocínio, atualmente com 1563 acessos com variabilidade genética possibilitando a seleção de genótipos com características agronômicas e tecnológicas de grande interesse para o melhoramento genético do cafeeiro, visando qualidade de bebida, tamanho de grãos, uniformidade de maturação e época diferenciada de maturação (PEREIRA et al., 2011).

Devido a estreita base genética de *C. arabica*, nos últimos anos tem sido explorado

com sucesso os genes de *C. canéfora*, principalmente para a obtenção de cultivares com resistência à ferrugem e nematoides. Neste contexto, o Híbrido de Timor é um dos materiais genéticos mais utilizado (BETTENCOURT & FAZUOLI, 2008).

### **3.2. Híbrido de Timor**

O Híbrido de Timor é um híbrido natural entre as espécies *Coffea arabica* e *Coffea canephora* que foi encontrado na Ilha de Timor, localizada na Insulíndia, entre o sudeste da Ásia e a Austrália. Este híbrido é de grande valia nos programas de melhoramento visando à resistência a *Hemileia vastatrix*, agente causador da ferrugem alaranjada do cafeeiro (SETOTAW et al., 2010). Este híbrido foi introduzido no Brasil no início da década 70 e, a partir de diversos cruzamentos foram selecionadas progênies que deram origem a várias cultivares com resistência à ferrugem, desenvolvidas pelas principais instituições de pesquisa, a exemplo da EPAMIG e UFV. Atualmente, a maioria das cultivares melhoradas com resistência a ferrugem são derivadas de cruzamentos com o Híbrido de Timor.

Trabalhos realizados pela EPAMIG e UFV demonstram bons desempenhos de acessos de Híbrido de Timor, que apresentaram notas de qualidade sensorial com escores médios iguais ou superiores a 85 pontos, segundo os critérios adotados pela BSCA (PEREIRA et al. 2011; PEREIRA et al., 2013; SETOTAW et al. 2013). Da mesma forma, segundo Sobreira (2013) o uso dos recursos genéticos de Híbrido de Timor e derivados podem fornecer resistências a pragas e doenças, melhorar a qualidade dos grãos e também a qualidade sensorial da bebida. Assim, novos estudos podem estimar o real potencial para qualidade de bebida das cultivares descendentes de Híbrido de Timor.



### **3.3. Ferrugem do cafeeiro**

As doenças em plantas são resultado de uma complexa interação entre três fatores, hospedeiro, patógeno e ambiente, em fitopatologia é conhecido como o tripé das doenças, e na ausência de qualquer um destes componentes, a doença não ocorrerá. No hospedeiro, temos o fator genético que pode ser trabalhado de forma a impedir que uma doença se instale, sendo esta a opção mais sustentável e importante para o manejo da doença (ZAMBOLIM & VALE, 2003). Apesar disso, os outros fatores não podem ser esquecidos e devem ser observados cuidadosamente pelos produtores, a fim de evitar a quebra de resistência das plantas.

A principal doença que ocorre na cultura do cafeeiro é a ferrugem, causada pelo fungo *Hemileia vastatrix* Berk. & Br, considerado a doença de maior potencial destrutivo da cultura e pode causar danos de até 50% na produtividade (GODOY et al., 1997).

A doença foi detectada no Brasil pela primeira vez em 1902, na ilha de Porto Rico, quando a mesma foi rapidamente combatida pela vigilância sanitária. Já em 1970, a ferrugem chegou novamente, desta vez na Bahia, e em apenas dois anos se alastrou para as principais regiões cafeeiras do país (GODOY et al., 1997).

*H. vastatrix* é um fungo biotrófico com ciclo de vida incompleto. Os sintomas aparecem na forma de uma massa pulverulenta de cor amarelo-alaranjada, na face inferior da folha, formada por uredósporos do patógeno e na face superior da folha, aparecem manchas cloróticas de tonalidade amarelada, que coincidem com a região afetada na face inferior. Em algumas ocasiões o fungo pode também atacar a extremidade de ramos em formação e frutos verdes (GODOY et al., 1997).

### **3.4. Influência da ferrugem na qualidade de bebida**

A ferrugem do cafeeiro é uma doença que pode antecipar e intensificar a seca dos

ramos produtivos. A doença provoca a desfolha precoce das plantas, favorecendo assim a morte dos ramos. A desfolha provocada pela ferrugem ocorre normalmente antes da época de florescimento do cafeeiro, e dessa forma, prejudica o vingamento de frutos e pode levar até dois anos para se recuperar, provocando redução da produção do ano presente e do ano seguinte (ZAMBOLIM, 2007).

A qualidade sensorial da bebida depende, além de outros fatores, da quantidade de fotoassimilados disponíveis, principalmente na fase de crescimento ou enchimento dos grãos (SILVA et al., 2015). Devido a redução da área fotossintética da planta os grãos apresentam anormalidades como, menor tamanho, chochos, baixa qualidade industrial e valor alimentar reduzido, o que pode prejudicar sua comercialização.

O fruto em crescimento constitui-se no mais forte dreno metabólico da planta, limitando a mobilidade de assimilados para os demais tecidos da planta. As folhas são responsáveis pela síntese de fotoassimilados para a planta, garantindo o fornecimento de energia. Alguns fotoassimilados são produzidos e acumulados nas folhas, caules e raízes e são mobilizados para os frutos durante o seu desenvolvimento, mas, alguns compostos são produzidos e translocados durante a fase de produção, sem acúmulo de reservas suficientes para suprir demanda dos frutos. Segundo Carvalho et al. (1993), as reservas de amido na planta seriam suficientes para suprir apenas 7% da matéria seca dos frutos, necessitando assim, principalmente da fotossíntese corrente para a sua formação e não das reservas de amido do caule e das folhas.

Diversos estudos que avaliam a qualidade sensorial de cultivares de café resistentes e susceptíveis à ferrugem, detectam que, cultivares resistentes produzem grãos com alta qualidade de bebida (FASSIO et al., 2013; PEREIRA et al., 2011; ALVES, 2005).

### **3.5. Colheita**

A colheita do café constitui-se em uma série de operações e deve ser iniciada quando a maior parte dos frutos estiverem maduros e antes que se inicie a queda dos frutos secos. A época da colheita é variável de região para região, em função da altitude, da latitude e das condições climáticas locais (ZAMBOLIM, 2007).

Quando se busca pela qualidade de bebida, a uniformidade de maturação dos frutos é um fator de extrema importância, com máximos esforços para se colher 100% de frutos no estágio “cereja”, que é considerado o ponto ideal de maturação para a colheita e maior qualidade de bebida (BRANDO, 2004). No Brasil, a colheita é predominantemente realizada de forma manual, no entanto, os frutos são colhidos por completo, sem realizar a seleção de grãos maduros nesta etapa (ZAMBOLIM, 2007). Em alguns países como exemplo a Colômbia, devido a maturação desuniforme dos grãos, a colheita é realizada predominantemente de forma manual e seletiva, sendo realizado várias colheitas para coletar apenas os frutos maduros (CHALARCA, 1976). A vantagem deste sistema de colheita é a uniformidade e boa qualidade do produto que se traduz em preferência dos compradores e maiores preços frente a outros cafés. No entanto, estão aumentando os problemas com os custos elevados e falta de mão de obra em muitas regiões cafeeiras.

Em regiões onde a topografia é favorável, as operações de colheita podem ser realizadas de forma mecanizada, onde colhedoras realizam simultaneamente as operações de derriça, recolhimento, abanação e ensaque ou armazenamento a granel do café colhido (SAKIYAMA et al., 2015). Outro sistema que tende a crescer, podendo atender a pequenos e grandes produtores é o semimecanizado, com a utilização intercalada de serviço manual e máquinas para a execução das operações de colheita (ZAMBOLIM, 2007). Estes sistemas geralmente conduzem a colheita desuniforme, com a coleta

simultânea de grãos cerejas, verdes e passa bem como impurezas como folhas e galhos. Desta forma, genótipos que apresentam melhor uniformidade de maturação podem favorecer essa modalidade de colheita, baixar os custos e melhorar a qualidade de bebida. Uma separação cuidadosa na fase de pós-colheita destes materiais também pode ser realizada para que um café de qualidade ainda possa ser produzido (BRANDO, 2004).

### **3.6. Processamento pós-colheita**

Logo após a colheita o café deve ser imediatamente levado para o processamento, não ultrapassando para isso o tempo máximo de 8 horas, evitando assim reações químicas indesejadas a qual pode inviabilizar a produção de café especial (BRANDO, 2004).

Atualmente existem dois métodos de processamento pós-colheita do café, sendo eles o de via seca e o via úmida (BORÉM et al., 2008). No Processamento via seca, os frutos submetidos a um processo de separação das impurezas, seja por peneiramento manual ou por máquinas de pré-limpeza, e posteriormente é levado para secagem com os grãos intactos, sem a remoção do exocarpo, dando origem ao café conhecido como “coco” ou “natural”. No processamento por via úmida, os grãos são geralmente lavados e ocorre a separação, por densidade, das folhas, paus, grãos passa e chochos (RIBEIRO, 2013). Posteriormente, os grãos verdes e cerejas são separados mecanicamente no momento que o fruto é descascado. Desta forma, é possível de se manter a qualidade final do produto pela uniformização do lote de café.

No Brasil, aproximadamente 80% das propriedades utilizam, ainda, o método de processamento via seca (TEIXEIRAS et al. 2015). Nesse caso, os frutos demandam maior tempo para secagem. Desta forma, os grãos ficam por mais tempo expostos a condições climáticas adversas, o que pode atrapalhar a secagem e conseqüentemente reduzir a qualidade, resultando em um produto de baixo valor comercial. Outro problema é a

presença de defeitos devido à dificuldade de separação dos frutos mal granados, atacados por pragas, verdes e fermentados.

Assim, uma das vantagens da remoção da casca e da mucilagem do café é a obtenção de lotes mais homogêneos, o que facilita e reduz o tempo de secagem e permite maior controle sobre a qualidade final do produto (OLIVEIRA et al., 2013). A casca e a mucilagem são fontes de fermentação e umidade, o que retarda a secagem e pode comprometer a qualidade dos grãos. A rápida eliminação da casca e da mucilagem, facilita a obtenção de cafés de boa qualidade, independente da zona de produção e, quando bem preparados, são sempre classificados como bebida de alto valor comercial. Ainda segundo Oliveira et al. (2013), o café quando despulpado é mais tolerante à secagem e apresentam melhor qualidade de bebida comparado ao café natural, tanto na secagem em terreiro, usando a energia solar e o movimento natural do ar para a remoção da água, quanto na secagem mecânica que usam ar forçado aquecido a diferentes temperaturas. Segundo Borém (2008), o café deve ser seco até aproximadamente a umidade de 11% (bu) para uma boa conservação dos grãos, evitando que a qualidade de bebida seja comprometida.

Por outro lado, os cafés submetido a ambos processamentos, de forma adequada, podem resultar em cafés com elevada qualidade, além de características sensoriais distintas. Atualmente, existem consumidores dispostos a pagar por esses diferenciais, o que torna a produção de cafés especiais uma alternativa, tanto para a agricultura familiar, com baixa capacidade de investimento e tradicionalmente produtores de cafés naturais, quanto para aqueles produtores com maior nível tecnológico.

### **3.7. Qualidade de bebida do café**

O café é uma bebida apreciada no mundo inteiro e apresenta uma gama de sabores

com característica sensorial complexa e um *flavour* poderoso e excitante (GOMES, 2014).

A qualidade do café está no equilíbrio entre algumas características específicas como, por exemplo, o aroma, sabor, acidez, corpo e adstringência da bebida que proporcionam satisfação aos consumidores. Um café que não apresenta defeitos pode ser classificado como especial. No entanto, podem apresentar além do equilíbrio, um ou mais atributos, muitas vezes exóticos e com características muitas vezes únicas e que podem despertar um grande interesse e satisfação aos consumidores, devido a sua raridade (SAES et al., 2001).

A produção de cafés especiais pode ser dividida em três fases, a que antecede o plantio, condução da cultura e o pós-colheita dos frutos. Na primeira fase inclui-se a escolha da cultivar, levando em consideração as suas características potenciais, produtividade, adaptabilidade, estabilidade, resistências a pragas, doenças e aos fatores ambientais (resistência a déficit hídrico, tipo de relevo) e principalmente os aspectos sensoriais da bebida. Na segunda fase, após garantido a qualidade genética do material, deve-se garantir condições ideais para o melhor desenvolvimento da cultura, possibilitando a expressão de todo o seu potencial genético. Nesta fase, deve-se realizar o plantio de forma adequada, uma adubação de qualidade e os tratos culturais exigidos pela cultura até o completo desenvolvimento do fruto e, por fim, garantir uma colheita uniforme, com frutos colhidos no estágio cereja, quando o grão apresenta completa maturação fisiológica e maior qualidade. Já na terceira fase, após a colheita deve-se manejar o café de forma adequada e utilizar os métodos de processamento pós-colheita que minimizem os danos físicos ao grão, o ataque de pragas e reações químicas que podem deteriorar o café e reduzir sua qualidade.

Assegurando todas as etapas descritas no parágrafo anterior a qualidade especial

da bebida certamente estará garantida. Sobreira (2013), verificou em sua pesquisa 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.

No entanto, não significa que este café, produzido cuidadosamente, será um café campeão de concurso. Isso se deve a grande interação entre os genótipos com os ambientes onde são cultivados, o que pode proporcionar qualidades únicas de sabor, muitas vezes exóticas. O que garante a alguns cafés um valor extremamente alto, ultrapassando a 100% dos preços convencionais.

As avaliações sensoriais dos cafés especiais são realizadas por profissionais certificados, treinados e capacitados, com uma grande capacidade de caracterizar os diferentes atributos presentes no café.

Diversos são os protocolos para avaliação de cafés especiais. Estes são compostos, normalmente, por avaliações físicas de defeitos e tamanho do grão e por uma avaliação sensorial. O protocolo SCAA (2015), apresenta em sua planilha de análise sensorial, o número da amostra, nível de torra, notas para fragrância/aroma, sabor, finalização, acidez, corpo, uniformidade, balanço, ausência de defeitos (xícara limpa), doçura, avaliação global e defeitos.

### **3.8. Análise sensorial**

A análise sensorial é ferramenta importante na caracterização dos diferentes tipos de café. Um dos métodos para a avaliação da qualidade da bebida de cafés especiais é o da *Specialty Coffee Association of America* (SCAA), que se baseia em análise sensorial descritiva quantitativa da bebida. Para avaliações de cafés adotando a metodologia proposta pela SCAA (2015), além da nota global da bebida, as pontuações obtidas em

cada um dos atributos que compõem a qualidade global do café também são importantes. Neste método são avaliados 10 atributos, sendo eles, fragrância/aroma, uniformidade, ausência de defeitos, doçura, acidez, corpo, finalização, equilíbrio e avaliação global.

Para a avaliação de cafés especiais são utilizados procedimentos padronizados (protocolos) criteriosos, minimizando os possíveis erros. O protocolo SCAA (2015) foi construído com o objetivo de permitir uma correta caracterização sensorial de um determinado lote de café. Assim, espera-se que cafés que obtiverem altas notas devem ser, evidentemente, melhores do que cafés que receberam notas mais baixas, demonstrando, assim, a consistência da avaliação (SCAA, 2015).

A escala de qualidade da SCAA, teoricamente, tem como valor mínimo 0 (zero) e o máximo de 10 (dez) pontos para cada atributo. No entanto, a faixa inferior a 6 (seis) pontos da escala situa atributos que discriminam cafés com qualidade abaixo do Grau *Specialty*. Desta forma, a pontuação de cada atributo é dividida em “Bom” quando os valores de qualidade estão entre 6 e 6,75, “Muito bom” entre 7 e 7,75, “Excelente” entre 8 e 8,75 e “Excepcional” entre 9 e 9,75 pontos. O resultado final é a soma das notas dos atributos avaliados e são classificados como “Abaixo de Premium” os cafés com pontuação total abaixo de 80, “Premium” entre 80-84,99, “Specialty Origin (Origem Especial)” entre 85-89,99 e “Specialty Rare (Especial Raro)” cafés com notas de 90-100 pontos (SCAA, 2015).

A avaliação sensorial da bebida do café é realizada de forma subjetiva, e que pode apresentar variações no resultado da avaliação. No entanto, devido à grande complexidade dos fatores que envolvem o sabor e aroma da bebida, não foi encontrado até o momento nenhum outro método mais eficiente para realizar ou auxiliar nesta avaliação. Apesar desta subjetividade, este ainda é o mais utilizado.

Aracy et al. (2015) verificaram que, com apenas três provadores, é possível avaliar



a qualidade de bebida, com 80 % de confiança, para os atributos retrogosto, bebida limpa, sabor, balanço e geral. Já os atributos doçura e acidez seriam necessários quatro provadores e para o atributo corpo seriam necessários seis provadores, para que o mesmo nível de confiança fosse alcançado. Ainda conforme Aracy et al. (2015), a avaliação de três provadores apresenta comportamento semelhante, havendo concordância entre eles, e associação dos provadores apenas com os atributos corpo e sabor, onde cada provador apresentou característica própria para avaliar o café. No entanto, não comprometeu o julgamento final.

Desta forma, considera-se como cafés especiais todos aqueles que apresentarem notas superiores a 80 pontos, segundo o método da SCAA, ou outro protocolo devidamente caracterizado.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, E.A. **Análise da variabilidade espacial da qualidade do café cereja produzido em região de montanha.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa MG, 2005.
- ANTHONY, F.; COMBES, 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** 104:894-900, 2002.  
DOI: 10.1007 / s00122-001-0798-8
- ANTUNES FILHO, H.; CARVALHO, A.; Melhoramento do cafeeiro, ocorrência de lojas vazias em frutos de café Mundo Novo. **Bragantia**, Campinas, v. 13, n.14, p.165-179, 1954.
- 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.J.; FAZUOLI, L.C. Melhoramento genético de *Coffea arabica* L.: transferência de genes de resistência a *Hemileia vastatrix* do Híbrido de Timor para a cultivar Villa Sarchí de *Coffea arabica*. **Campinas: Instituto Agrônomo**, Documentos IAC, n. 84, 20p. 2008.
- BORÉM, F.M. **Processamento do café**. In: (Ed.). Pós-Colheita do Café. Lavras: Editora UFLA, 2008. p.127-158.
- BRANDO, C.H.J. Harvesting and green coffee processing. In: WINTGENS, J.N.(Ed.). *Coffee: growing, processing, sustainable production*. 2. Ed. **Rev. New Jersey: Wiley Professional**, P. 605-714. 2004.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 8, de 11 de Junho de 2003. Regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação do café beneficiado grão cru. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Brasília, DF, 13 jun. 2003. Seção 1, p. 22-29.
- BSCA - Brazil Specialty Coffee Association. **Café especial do Brasil bate recorde mundial no leilão do COE Pulped Naturals**. Paulo André, Notícias, 2017. Disponível em: <<http://brazilcoffeenation.com.br/Not%C3%ADcias/cafe-especial-Brasil-bate-recorde-mundial-leilao-CoE-Pulped-Naturals>>. Acessado em: 15 de janeiro de 2018.
- CARVALHO, A.; MÔNACO, L. C.; FAZUOLI, L. C. melhoramento do café XL – Estudos de progênies e híbridos de café Catuaí. **Bragantia**, Campinas, v.38, n. 22, p. 202-216, 1979.
- CARVALHO, C.H.S. Cultivares de café: Origem, características e recomendações. **Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café, CBP&D/Café**.

Embrapa Café. Brasília, DF. 2008.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira – café – safra 2017. Quarto Levantamento** –Dezembro de 2017.

Disponível em:

<[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/18\\_01\\_08\\_09\\_06\\_29\\_cafe\\_dezembro.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/18_01_08_09_06_29_cafe_dezembro.pdf)>. Acesso em: 08/01/2018.

COSTA, C.; BESSA, F. **Cafés Especiais do Brasil atendem às diferentes demandas mundiais – Fevereiro, 2014.** Disponível em:

<<http://www.consorcioquesquisacafe.com.br/index.php/imprensa/noticias>>.

Acesso em: 23/01/2018.

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

CRUZ, C.D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum.** v.38, n.4, p.547-552, 2016.

DALVI, L. P.; SAKIYAMA, N. S.; PEREIRA, F. A.; CECON, P. R. Qualidade de café nos estádios cereja e verde-cana via condutividade elétrica. **Agrarian (Dourados. Online)**, v. 6, p. 410-414, 2013.

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

DIAS, L., SILVA, M. Determinantes da demanda internacional por café brasileiro. **Revista de Política Agrícola.** 24, mar. 2015. Disponível em: <<https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/969>>. Acesso em: 20 janeiro 2018.

- FASSIO, L.O.; MALTA, M.R.; CARVALHO, G.R.; PIMENTA, C.J.; LIMA, P.M.; CHAGAS, R.M.R. Avaliação da qualidade sensorial e fisiológica de cafés (*Coffea arabica* L.) resistentes e susceptíveis à ferrugem cultivados em dois ambientes. In: **VIII Simpósio de pesquisa dos cafés do Brasil, 2013**, Salvador, BA. VIII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. Brasília – DF: Embrapa Café, 2013
- FAZUOLI, L.C. **Metodologias, critérios e resultados da seleção em progênies do café Icatu com resistência a *Hemileia vastatrix***. Campinas, 322p. (Tese de Doutorado- Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP). 1991.
- FERREIRA, A. D. Seleção de genótipo de cafeeiros Bourbon para a produção de cafés especiais. UFLA, 95p.:il. (**Tese de doutorado – Universidade Federal de Lavras**). 2010.
- FRAGA, C.C. Resenha histórica do café no Brasil. **Agricultura em São Paulo**, v.10, n.1, 2p.1-21, 1963.
- GIOMO, S.G.; BORÉM, F.M. Cafés especiais no Brasil: opção pela qualidade. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 32, n. 261, p 7-16, mar./abr. 2011.
- GOMES, L.M. Efeito de diferentes técnicas de secagem na qualidade do café arábica (*Coffea arabica* L.) em Timor Leste. Dissertação Mestrado em Engenharia Agrônoma, **Universidade de Évora**, Évora. 2014.
- GODOY, C.V.; BERGAMIN FILHO, A.; SALGADO, C.L. Doenças do café. IN: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. **MANUAL DE FITOPATOLOGIA**. Volume 2: Doenças das Plantas Cultivadas. Editora Agronômica Ceres Ltda. São Paulo – SP. 705p. 1997.

- LEME, P.H.M.V.; MACHADO, R.T.M. The quality pillars of a certification process: the coffee quality program (CQP) in Brazil. **Agroalimentaria** (Caracas), v.19, p.61-74, 2013.
- LINGLE, T. R. **The coffee cupper's handbook. A systematic guide to the sensory evaluation of coffee's flavor.** Washington, Coffee Development Group, 32p. 1986.
- NOGUEIRA, A. M. Características fenológicas e de produtividade de linhagens das cultivares catuaí vermelho e amarelo de *Coffea arabica* L. plantadas individualmente ou em combinação. 2003. 55 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.
- OLIVEIRA, P.D.; BORÉM, F.M.; ISQUIERDO, E.P.; GIOMO, G.S.; LIMA, R.R.; CARDOSO, R.A. Aspectos fisiológicos de grãos de café, processados e secados de diferentes métodos, associados à qualidade sensorial. **Coffee Science**, Lavras, v.8,n.2,p. 211-220, abr./jun. 2013.
- PINHEIRO, A.C.T. Influência da altitude, face de exposição e variedade na caracterização da qualidade sensorial dos cafés da região das Matas de Minas. **Dissertação (mestrado), Viçosa, MG.** p. 654i, 2015.
- PEREIRA, A.A.; SILVA F.L.; OLIVEIRA, A.C.B.; OLIVEIRA, A.L.; SAKIYAMA, N.S.; REZENDE, J.C.; BOTELHO, C.E.; CARVALHO, G.R.; BONOMO, V.S. Caracterização da qualidade de bebida e outras características de acessos do banco de germoplasma de café de Minas Gerais. **VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil.** 22 a 25 de Agosto de 2011, Araxá – MG - Resumos Expandidos [356].
- PEREIRA, A.A.; OLIVEIRA, A.C.B.; BOTELHO, C.E.; CARVALHO, G.R.; REZENDE, J.C. Cultivares de café arábica desenvolvidas pela EPAMIG e instituições parceiras. **Informe Agropecuário.** Belo Horizonte, v. 34, p. 44-53,

2013.

RHINEHART, R. **What is specialty coffee?** In Specialty coffee association of america (SCAA), junho de 2009. Disponível em: <<http://scaa.org/?page=RicArtp1>>.

Acesso em 11 de janeiro de 2018.

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

RIBEIRO, D.E. Interação genótipo e ambiente na composição química e qualidade sensorial de cafés especiais em diferentes formas de processamento/ Diego Egídio Ribeiro. **Dissertação (Mestrado) - Lavras: UFLA**, 62 p.:il. 2013.

SAATH, R.; BORÉM, F.M.; ALVES, E.; TAVEIRA, J.H.S.; MEDICE, R.; CORADI, P.C. Microscopia eletrônica de varredura do endosperma de café (*Coffea arabica* L.) durante o processo de secagem. **Ciência e Agrotecnologia**, 34(1), 196-203, 2010.

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

SAKIYAMA, N.S.; MARTINEZ, H.E.P.; TOMAZ, M.A.; BORÉM, A. (Ed.), **Café arábica do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2015. 316p.

SCAA PROTOCOLS. Cupping Specialty Coffee. Specialty Coffee Association of America - SCAA. **Published by the Specialty Coffee Association of America.**

**Revised:** December 16, 2015. Disponível em: <<http://www.scaa.org/PDF/resources/cupping-protocols.pdf>>. Acesso em: 23 janeiro 2018.

- SILVA, A.C.A.; ABREU, G.F.; MACEDO, D.D.; RIBEIRO, D.E. VOLTOLINI, G.B.; ALVES, G.; SILVA, A.D.; GUIRALDELI, C.H.C. Fitossanidade do cafeeiro: Relação com a qualidade sensorial. **IX Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**. SPCB (9.:2015: Curitiba, PR) Resumo Expandido[252].
- SILVA, A.R.D.; RÊGO, E.R.D.; PESSOA, A.M.D.S.; RÊGO, M.M.D. (2016). Correlation network analysis between phenotypic and genotypic traits of chili pepper. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 4, p. 372-377, 2016.
- SETOTAW, T.A.; CAIXETA, E.T.; PENAI, 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.** (Online) [online]. 2010, vol.10, n.4, pp.298-304. ISSN 1984-7033. <http://dx.doi.org/10.1590/S1984-70332010000400003>.
- SETOTAW, T.A.; CAIXETA, E.T.; PEREIRA, A.A.; BAIÃO DE OLIVEIRA, A.C.; CRUZ, C.D.; ZAMBOLIM, E.M.; ZAMBOLIM, L.; SAKIYAMA, N. S. Coefficient of Parentage in *Coffea arabica* L. Cultivars Grown in Brazil. **Crop Sci.**, 2013, 53:1237-1247. doi:10.2135/cropsci2012.09.0541
- SOBREIRA, F.M. Divergência entre genótipos de café arábica para qualidade sensorial. **Tese (doutorado) – Universidade Federal de Viçosa**. Viçosa, MG, vii, 71f.:il. 2013.
- YU, Q.; GUYOT, R.; DE KOCHKO, A.; BYERS, A.; NAVAJAS-PÉREZ, R.; LANGSTON, B. J.; DUBREUILTRANCHANT,C.; PATERSON, A. H.; PONCET, V.; NAGAI, C.; MING, R. Micro-collinearity and genome evolution in the vicinity of an ethylene receptor gene of cultivated diploid and allotetraploid coffee species (*Coffea*). **The Plant Journal** 67:305–317, 2011. doi: 10.1111/j.1365-313X.2011.04590

ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. Estratégias múltiplas no manejo integrado de doenças do cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 137-153, jan./fev. 2003.

ZAMBOLIM, L. **Boas práticas agrícolas na produção de café**. Laércio Zambolim editor. – Viçosa: UFV, DFP, 2006. Xv, 234p. 2007.



## 5. CAPÍTULO 1

### **Qualidade e perfil sensorial de genótipos de café arábica resistentes à ferrugem para o mercado de cafés especiais**

**Resumo** - Objetivou-se com este trabalho descrever o perfil sensorial de 11 genótipos de café arábica com resistência à ferrugem e avaliar seu potencial genético para a produção de cafés especiais na região das Matas de Minas. Os experimentos foram instalados em três municípios na região das Matas de Minas, em Minas Gerais - Brasil. O delineamento foi em blocos casualizados com duas repetições e dez genótipos resistente a ferrugem e uma testemunha susceptível. As amostras de frutos do tipo cereja foram avaliadas por meio do perfil sensorial da bebida, segundo o protocolo da “*Specialty Coffee Association of America (SCAA)*”. Todos genótipos com resistência à ferrugem apresentaram potencial para produção de cafés especiais de acordo com a metodologia SCAA. Além disso, os resultados confirmam o potencial genético de cultivares descendentes de Híbrido de Timor para a produção de cafés especiais. A expressão dos atributos de qualidade sensorial é distinta em diferentes ambientes e essa informação pode ser interessante para recomendação de cultivares associadas ao marketing de cafés especiais.

**Palavra-chave:** *Coffea arabica*, atributo sensorial, Matas de Minas, gráfico radar, rede de correlações.

## **Quality and sensory profile of rust-resistant arabica coffee genotypes for the Marketplace in specialty coffees**

**Abstract** - The aim of this work was to describe the sensorial profile of 11 arabica coffee genotypes with resistance to rust and to evaluate their genetic potential for special coffee cultivation in the region of Matas de Minas. The experiments were installed in three municipalities in the state of Minas Gerais - Brazil. The experimental design was a randomized block with two replicates and ten rust resistant genotypes and one susceptible control. The samples of cherry-type fruits were evaluated by means of the sensorial profile of the beverage, according to the protocol of the Specialty Coffee Association of America (SCAA). All genotypes with resistance to rust evaluated presented potential to produce special coffees according to the SCAA methodology. In addition, the results confirm the genetic potential of cultivars descendants of Timor Hybrid for the production of specialty coffees. The expression of the attributes of sensorial quality is distinct in different environments and this information may be interesting for recommending cultivars associated with the marketing of specialty coffees.

**Keyword:** *Coffea arabica*, sensory attributes, Matas de Minas, radar chart, correlation network.

## Introdução

Com maior poder aquisitivo, os consumidores de café estão cada vez mais preocupados com a qualidade dos alimentos, a satisfação e prazeres durante seu consumo (Leme e Machado, 2013). Com isso, existem atualmente pessoas dispostos a pagar preços diferenciados por produto que apresente algum atributo de qualidade desejável, seja ele tangível ou intangível (Saes, 2007).

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café, responsável por 70% das exportações mundiais. Os estados de Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo e Bahia respondem por cerca de 92% da área total plantada com a cultura no país (CONAB, 2017). Existem duas espécies de cafés que se destacam comercialmente, no Brasil, a *Coffea arabica* e *Coffea canephora* que representaram em 2017, 76 e 24% da produção nacional, respectivamente. O estado de Minas Gerais é o maior produtor nacional da espécie *C. arabica* com aproximadamente 54% da produção no ano de 2017 (CONAB, 2017).

No caso do café, para o tipo especial, o consumo é crescente. No Brasil e no Mundo, em torno de 15% ao ano, em relação ao crescimento de cerca de 2% do café *commodity*. De acordo com os dados da CECAFÉ (2017), os cafés diferenciados atingiram em 2017, o referente a 15,8% do volume total exportado pelo país. Os principais destinos, no período, foram: Estados Unidos, Alemanha, Bélgica, Japão e Itália. Essa aceitação do mercado pelo produto brasileiro é devido a excelente qualidade de bebida obtidos pelos cafés das principais regiões produtoras do País e atendimento das diferentes demandas mundiais relacionadas ao paladar e preços competitivos. O estado de Minas Gerais – Brasil merece destaque, um exemplo em 2017 foi o café especial produzido no município de Patrocínio que bateu o recorde mundial de maior valor pago por lote em um leilão de concurso, sendo vendido pelo preço de R\$ 55.457,60 (US\$ 17.222,86) por saca de 60 kg

(BSCA, 2018). Neste mesmo período o café *commodity* era comercializado por valores entre R\$ 425,00 a 470,00 (US\$ 132,00 a 146,00) (CCCMG, 2017).

Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o potencial genético de 11 genótipos de café arábica com resistência à ferrugem para a produção de cafés especiais e descrever o perfil sensorial desses genótipos na região das Matas de Minas - Brasil.

## **Material e Métodos**

Os experimentos foram instalados em duas épocas e três municípios, em 2009 em Senhora de Oliveira (20° 50' 32" Sul; 43° 23' 34" Oeste, altitude 910 m) e em 2012 em Araponga (20° 38' 48" Sul; 42° 30' 41" Oeste, altitude 1100 m) e Paula Cândido (20° 48' 52" Sul; 42° 58' 37" Oeste, altitude 680 m), todos localizados na região das Matas de Minas no Estado de Minas Gerais – Brasil. Os espaçamentos foram de 2,80 x 0,70, 2,50 x 0,60 e 2,50 x 0,50m em Senhora de Oliveira, Araponga e Paula Cândido, respectivamente. O experimento no campo foi em blocos casualizados com duas repetições e parcelas de 50 ou 60 plantas. As avaliações foram feitas a partir de amostras coletadas em dez plantas na parcela útil, em cafeeiros entre os meses de maio a agosto de 2016, biênio de alta produção. Foram avaliadas as cultivares Araponga MG1, Catiguá MG1, Catiguá MG2, MGS Catiguá 3, Oeiras MG 6851, Paraíso MG H419-1, Pau-Brasil MG1, Sacramento MG1 e a progênie elite H419-3-3-7-16-4-1, desenvolvidas pelo Programa de Melhoramento Genético do Cafeeiro da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG em parceria com a Universidade Federal de Viçosa – UFV e a cultivar Catucaí Amarelo 24/137 desenvolvida pela Fundação Procafé, todas com resistência à ferrugem. Já a cultivar Catucaí Vermelho IAC 144, desenvolvida pelo Instituto Agrônomo de Campinas – IAC foi a cultivar suscetível à ferrugem, utilizada como testemunha. Os experimentos foram conduzidos de acordo com as recomendações

técnicas normalmente empregadas na cultura do cafeeiro arábica (Sakiyama et al. 2015; Ribeiro et al., 1999), à exceção do controle químico da ferrugem, que não foi realizado.

Considerando que a espécie *Coffea arabica* L. apresenta normalmente diversas floradas e, conseqüentemente, desuniformidade na maturação dos frutos, houve necessidade de separação dos frutos segundo o estágio de maturação, tendo em vista a obtenção de amostras constituídas somente por frutos completamente maduros. Dessa forma, foram colhidos aproximadamente 40 litros de café no estágio “café cereja” por genótipo de cada um dos três experimentos.

As amostras foram colhidas no período da manhã e encaminhadas para área experimental do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa- UFV onde foram processadas no mesmo dia da colheita. As amostras de café foram lavadas em caixa de polietileno de 500 litros com água onde foi possível separar e remover frutos de menor densidade, chochos e mal granados que boiaram. Alguns frutos indesejáveis remanescentes nas amostras, como os verdes, passas e secos, foram descartados, tendo em vista eliminar possíveis grãos imaturos e deteriorados e manter a uniformidade e qualidade do café. Possíveis impurezas, como paus, folhas, pedras e outros detritos, também foram eliminados nessa operação.

Após a lavagem, as amostras foram descascadas e eliminados resíduos de cascas remanescentes, grãos quebrados durante a operação e eventualmente brocados. Em seguida, as amostras foram acondicionadas em baldes plásticos de 20L de capacidade, para a desmucilagem por fermentação natural, durante 24h (café despulpado). Após o período de fermentação, os grãos em pergaminho foram lavados em água limpa, friccionando-os uns contra os outros manualmente, sob água corrente e espalhados em peneiras com área de 1m<sup>2</sup>, para a secagem a pleno sol, até os grãos atingirem 11% de umidade (bu).

Durante a secagem as peneiras foram mantidas suspensas, a uma altura de aproximadamente um metro da superfície do solo, apoiadas sobre uma estrutura construída com mourões de eucalipto e cabo de aço. Essa estrutura auxiliou a secagem por facilitar a passagem do ar pela massa de grãos.

No processo de secagem, foram adotados os procedimentos citados por Borém (2008), em que as amostras de café foram revolvidas cerca de 20 vezes ao dia. Após a secagem, os grãos em pergaminho foram acondicionados em sacos de papel kraft folha dupla por um período de repouso de 30 a 40 dias, para uniformização do teor de umidade nos grãos. Decorrido esse período, as amostras foram beneficiadas e acondicionadas em sacos plásticos impermeáveis e enviadas para as avaliações da qualidade sensorial de bebida.

As análises sensoriais da bebida foram realizadas por três provadores (degustadores) seguindo o protocolo da *Specialty Coffee Association of America* (SCAA, 2015). Nessa avaliação, foram atribuídas notas, no intervalo de 6 a 10 pontos, para os atributos fragrância/aroma, acidez, corpo, sabor, ausência de defeito, doçura, uniformidade, finalização, equilíbrio e final. A pontuação total foi constituída pela soma dos pontos conferidos a cada um dos dez atributos mencionados. São considerados cafés especiais aqueles que atingem pontuação total igual ou superior a 80 pontos.

As análises estatísticas foram realizadas em esquema fatorial triplo conforme o modelo estatístico apresentado abaixo, considerando todos os efeitos como fixo.

$$Y_{ijkm} = \mu + G_i + A_j + D_k + (B + BD)/A_{jkm} + GA_{ij} + GD_{ik} + AD_{jk} + GAD_{ijk} + \epsilon_{ijkm}$$

Em que:

$Y_{ijkm}$ : valor observado do genótipo  $i$ , no ambiente  $j$ , degustador  $k$  e no bloco  $m$ ;

$\mu$ : média geral;

$G_i$ ,  $A_j$  e  $D_k$ : efeitos de genótipos, ambiente e degustador, respectivamente;

$GA_{ij}$ ,  $GD_{ik}$  e  $AD_{jk}$ : efeitos das interações de primeira ordem entre genótipos e ambiente, genótipo e degustador e ambiente e degustador;

$GAD_{ijk}$ : efeito da interação tripla entre genótipo, ambiente e degustador;

$(B+BD)/A_{jkm}$ : efeito de blocos mais a interação bloco com degustador, ambos dentro de ambiente; e

$\epsilon_{ijkm}$ : erro aleatório.

As médias da nota total dos atributos sensoriais foram comparadas a partir do teste de Dunnett considerando a cultivar Catuaí Vermelho IAC 144 como testemunha suscetível à ferrugem e as médias entre os ambientes foram comparadas pelo teste de Tukey, ambos a 5% de probabilidade.

Os atributos com maior variabilidade são determinantes para a caracterização dos genótipos de melhor qualidade, uma vez que apresentaram maior contribuição para a discriminação dos genótipos na nota total, além disso possibilita a seleção e/ou recomendação dos genótipos com base nos atributos de maior variância entre os genótipos. Já os atributos com menor variabilidade podem identificar características padrões entre os genótipos, que pode ser distinta de acordo com os ambientes avaliados. Assim, foi realizada a análise de variabilidade relativa dos atributos sensoriais pelo critério proposto por Singh (1981) baseado em  $D^2$  de Mahalanobis (Cruz, Regazzi e Carneiro, 2012).

Utilizou-se a representação gráfica do perfil sensorial para facilitar a visualização do equilíbrio das notas sensoriais e o predomínio de atributos nos diferentes genótipos avaliados. A representação gráfica do perfil sensorial é amplamente utilizada em diversas culturas como a do morango e produtos derivados como o vinho e a cachaça (Odello et al., 2009; Carpenedo, et al. 2016; Callejon, 2010). Também foi utilizado para a demonstração do perfil sensorial dos genótipos de café (Sobreira et al. 2015a).

A relação entre atributos de qualidade sensorial é essencial quando se deseja selecionar uma cultivar de café especial. Para melhor compreender as relações entre os atributos foi realizado a análise de correlação simples entre os atributos fragrância/aroma, sabor, acidez, corpo, finalização, equilíbrio, final e a nota total. Com isso, obter uma melhor compreensão e orientar as avaliações de análise sensorial.

A rede de correlações também foi utilizada por permitir a representação gráfica da matriz de correlações fenotípicas (Rosado et al., 2017) e facilitar a visualização da associação entre os atributos de qualidade sensorial. Na representação gráfica, as variáveis com correlações positivas foram conectadas por uma linha verde e as negativas por uma linha vermelha. A espessura das linhas representa o valor absoluto da correlação, quanto mais espessa, maior a correlação entre as variáveis. Para facilitar a visualização, a espessura das linhas foi controlada aplicando um valor de corte igual a 0,8, onde apenas  $|r_{ij}| \geq 0,8$  tiveram suas linhas realçadas de forma proporcional a intensidade da correlação. Já as linhas finas apresentam correlações inferiores ao porto de corte de 0,8, sem nenhum realce que as distinguem.

Para avaliar o comportamento sensorial das cultivares em função dos ambientes, foi realizado uma análise de desempenho pelo método centroide (Rocha et al. 2005; Cruz, Regazzi e Carneiro, 2012). Esse método baseia-se na comparação dos valores da distância cartesiana entre os genótipos e quatro ideótipos, genótipos de referência, estabelecidos com base nos dados experimentais para representar os genótipos de máximo desempenho geral, máximo desempenho específico a ambientes favoráveis ou desfavoráveis e os genótipos de desempenho médio.

As análises genético-estatísticas foram processadas pelo aplicativo computacional GENES (Cruz, 2013) e em integração com o programa R (Cruz, 2016).



## **Resultados e Discussão**

Os coeficientes de variação para todos os atributos sensoriais foram menores que 4% (Tabela 1), este fato, indica boa precisão experimental, já que estão de acordo com os coeficientes obtidos em experimentos dessa natureza (Silveira et al., 2016 e Gamonal et al., 2017).

Os atributos de qualidade sensorial não apresentaram resposta significativa para o fator degustador e suas interações com os demais (Tabela 1). Esse resultado indica equilíbrio entre os degustadores. Para o método de avaliação SCAA (2015) a decomposição das variâncias para efeito de degustador reduz a subjetividade pela remoção do erro associado ao mesmo.

Os atributos sensoriais fragrância/aroma, sabor, acidez, corpo, finalização, equilíbrio, final e a nota total dos cafés despulpados apresentaram interação genótipo por ambiente. Esse resultado justifica a necessidade da avaliação e caracterização do perfil sensorial dos genótipos de forma dependente do ambiente e assim auxiliar na seleção e recomendação de cultivares.

Os atributos doçura, uniformidade e ausência de defeitos não apresentaram variância, com nota máxima (10 pontos) para todos os genótipos nos diferentes ambientes. Ao avaliar quatro genótipos sob diferentes altitudes Gamonal et al. (2017), apesar de encontrar variância, também não encontraram diferenças significativas para estes mesmos atributos.

**Tabela 1** – Resumo da análise de variância dos atributos sensoriais fragrância/aroma (FrA), sabor (Sbr), acidez (Acd), corpo (Crp), finalização (Finlz), equilíbrio (Eq1), final (Finl) e total (Ttl) de genótipos de *Coffea arabica* produzidas em três municípios da região das Matas de Minas e avaliados por três avaliadores, pelo protocolo da *Specialty Coffee Association of America*, 2016

FV	GL	Quadrados Médios							
		FrA	Sbr	Acd	Crp	Finlz	Eq1	Finl	Ttl
<b>(B+BD)/A<sup>1</sup></b>	9	0,091	0,227	0,030	0,044	0,256	0,062	0,156	5,011
<b>A</b>	2	0,005 <sup>ns</sup>	0,081 <sup>ns</sup>	0,367**	0,035 <sup>ns</sup>	0,016 <sup>ns</sup>	0,441*	0,304**	4,852 <sup>ns</sup>
<b>D</b>	2	0,289 <sup>ns</sup>	0,024 <sup>ns</sup>	0,015 <sup>ns</sup>	0,005 <sup>ns</sup>	0,081 <sup>ns</sup>	0,096 <sup>ns</sup>	0,035 <sup>ns</sup>	1,322 <sup>ns</sup>
<b>G</b>	10	0,283**	0,396**	0,484**	0,122**	0,554**	0,387**	0,448**	16,253**
<b>A x D</b>	4	0,109 <sup>ns</sup>	0,049 <sup>ns</sup>	0,013 <sup>ns</sup>	0,003 <sup>ns</sup>	0,134 <sup>ns</sup>	0,033 <sup>ns</sup>	0,060 <sup>ns</sup>	1,299 <sup>ns</sup>
<b>G x A</b>	20	0,170**	0,204**	0,256**	0,094**	0,284**	0,198**	0,179**	6,902**
<b>G x D</b>	20	0,033 <sup>ns</sup>	0,031 <sup>ns</sup>	0,025 <sup>ns</sup>	0,009 <sup>ns</sup>	0,028 <sup>ns</sup>	0,024 <sup>ns</sup>	0,019 <sup>ns</sup>	0,359 <sup>ns</sup>
<b>G x A x D</b>	40	0,024 <sup>ns</sup>	0,031 <sup>ns</sup>	0,023 <sup>ns</sup>	0,007 <sup>ns</sup>	0,021 <sup>ns</sup>	0,017 <sup>ns</sup>	0,016 <sup>ns</sup>	0,195 <sup>ns</sup>
<b>Resíduo</b>	90	0,071	0,069	0,061	0,044	0,073	0,059	0,057	1,772
<b>Média</b>		7,783	7,914	7,652	7,922	7,876	7,669	7,707	84,490
<b>h<sup>2</sup></b>		0,749	0,826	0,874	0,639	0,868	0,847	0,873	0,891
<b>CV(%)</b>		3,435	3,318	3,224	2,654	3,430	3,170	3,086	1,576
<b>CVg(%)</b>		4,183	5,109	6,010	2,493	6,226	5,281	5,737	3,185
<b>CVg/CV</b>		1,222	1,539	1,862	0,941	1,815	1,667	1,852	2,021

<sup>ns</sup>, \* e \*\*, não significativo, significativo a 5% de probabilidade e significativo a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

<sup>1</sup>(B = bloco; A = ambiente; D = provador ou degustador e G = genótipo).

Um café que apresenta boa doçura contém sabor adocicado que permite ser consumido sem a adição de açúcar. A percepção da doçura é determinada pela presença de determinados carboidratos, principalmente a sacarose, que propicia agradável sabor doce à bebida (KNOPP et al., 2006). A uniformidade refere-se à consistência entre as diferentes xícaras e amostras provadas. Já a ausência de defeitos representa a inexistência de sabores negativos ou pobres que depreciam a qualidade do café (SCAA, 2015).

Todos os genótipos apresentaram potencial para produção de cafés especiais, uma vez que apresentaram notas de qualidade sensorial superiores a 80 pontos em todos os ambientes, com intervalo de pontuação mínima de 81,08 e máximo de 86,83 (Tabela 2). Os genótipos apresentaram notas que podem ser classificados em Premium (nota de 80 a 84,99) e Specialty Origin (notas de 85 a 89,99) nos diferentes ambientes (SCAA, 2015). A Cultivar Catucaí Amarelo 24/137 destacou-se por apresentar nota superior a 85 pontos em todos os três ambientes (Tabela 2).

Carvalho et al. (2016) também obtiveram resultados satisfatórios para as cultivares Araponga MG1, Paraíso MG H419-1, Sacramento MG1, Oeiras MG6851 e Catiguá MG2 em regiões do estado de Minas Gerais, onde estas cultivares exibiram potencial para a produção de café de alta qualidade, todas com notas superiores a 80 pontos.

A maioria dos genótipos apresentou nota semelhante à cultivar testemunha Catucaí Vermelho IAC 144, que é suscetível à ferrugem (Tabela 2). Já a cultivar Catucaí Amarelo 24/137 e a progênie elite H 419-3-3-7-16-4-1, ambas com nota total de 86,83 pontos, apresentaram notas significativamente superior à cultivar testemunha nos municípios de Senhora de Oliveira e Araponga, respectivamente (Tabela 2).

**Tabela 2** – Médias de notas totais dos atributos sensoriais de cafés de genótipos de *Coffea arabica* submetidas ao processamento via úmida (despolpado), avaliadas em três municípios da região das Matas de Minas, em Minas Gerais, 2016

<b>Cultivar/Progênie</b>	<b>Paula Cândido (altitude 680m)</b>		<b>Senhora de Oliveira (altitude 919m)</b>		<b>Araponga (altitude 1100m)</b>	
<b>Araponga MG1</b>	83,67 <sup>1</sup>	aA	83,33 <sup>1</sup>	bA	82,42 <sup>1</sup>	bA
<b>Catiguá MG1</b>	82,50 <sup>1</sup>	aB	84,00 <sup>1</sup>	bAB	85,58 <sup>2</sup>	bA
<b>Catiguá MG2</b>	82,92 <sup>1</sup>	aB	85,50 <sup>2</sup>	bA	85,08 <sup>2</sup>	bA
<b>MGS Catiguá 3</b>	83,92 <sup>1</sup>	aB	85,92 <sup>2</sup>	bA	84,25 <sup>1</sup>	bAB
<b>Catucaí 24/137</b>	85,42 <sup>2</sup>	aA	86,83 <sup>2</sup>	aA	85,83 <sup>2</sup>	bA
<b>Oeiras MG 6851</b>	84,50 <sup>1</sup>	aA	85,58 <sup>2</sup>	bA	83,75 <sup>1</sup>	bA
<b>Paraíso MG H 419-1</b>	84,75 <sup>1</sup>	aA	84,75 <sup>1</sup>	bA	85,08 <sup>2</sup>	bA
<b>Pau-Brasil MG1</b>	85,75 <sup>2</sup>	aA	85,92 <sup>2</sup>	bA	84,17 <sup>1</sup>	bA
<b>Sacramento MG1</b>	84,08 <sup>1</sup>	aA	81,08 <sup>1</sup>	cB	83,25 <sup>1</sup>	bA
<b>H 419-3-3-7-16-4-1</b>	84,67 <sup>1</sup>	aB	84,67 <sup>1</sup>	bB	86,83 <sup>2</sup>	aA
<b>Catuai Vermelho IAC 144*</b>	83,83 <sup>1</sup>	aA	83,92 <sup>1</sup>	bA	84,50 <sup>1</sup>	bA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não se diferenciam da cultivar testemunha Catuá Vermelho IAC 144, por meio do teste de Dunnett e médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha, não de diferencia pelo teste de Tukey, ambos a 5% de probabilidade.

\*Cultivar testemunha, suscetível à ferrugem.

<sup>1</sup>Café Premium e

<sup>2</sup>Café Specialty Origin, segundo classificação da SCAA (SCAA, 2015).

No município de Senhora de Oliveira, apenas a cultivar Sacramento MG1 e a progênie elite H419-3-3-7-16-4-1 receberam notas inferiores às obtidas em Araponga. Já no município de Paula Cândido, os genótipos Catiguá MG1, Catiguá MG2, MGS Catiguá 3 e a progênie elite H419-3-3-7-16-4-1 apresentaram notas inferiores em relação ao município de Araponga.

Observa-se que os genótipos que apresentaram diferenças significativas entre ambientes para a nota total, apresentaram tendência para melhores qualidades de bebida

quando implantados em ambientes de maior altitude. Resultados semelhantes foram observados por Ribeiro et al. (2016) e Silveira et al. (2016), onde concluíram que quanto maior a altitude da região de produção de café melhor será a qualidade da bebida.

A variabilidade relativa de caracteres pelo critério proposto por Singh (1981), permitiu avaliar, a partir da inversa da matriz de variâncias e covariâncias residuais, os atributos com maiores e menores diversidade entre os genótipos. Assim, foi possível descrever quais atributos sensoriais apresentaram maior variabilidade, ou seja, os principais responsáveis pela diferenciação dos genótipos de acordo com ambientes avaliados (Tabela 3). Já os atributos com baixa variabilidade, foram aqueles com baixa diferenciação entre os genótipos, ou seja, podem ser considerados característicos dos ambientes, uma vez que se observa uma maior homogeneidade de notas independente do genótipo avaliado em cada ambiente.

No município de Paula Cândido o atributo finalização foi o mais importante na diferenciação dos genótipos, com 30,3% de variabilidade relativa, seguida do atributo equilíbrio com 17,02% (Tabela 3). Assim, é possível selecionar genótipos superiores principalmente para finalização e equilíbrio no município de Paula Cândido, uma vez que, apesar de se tratar de um ambiente com baixa altitude, existem genótipos que respondem com maior intensidade para determinados atributos sensoriais neste ambiente. Se os genótipos forem ordenados com base no atributo finalização, os melhores genótipos para Paula Cândido são Catucaí 24/137, Oeiras MG 6851, Pau-Brasil MG1 e Paraíso MG H419-1 (Figura 1a), que também apresentaram melhores notas totais (Tabela 2).

**Tabela 3** – Variabilidade relativa, segundo o método de Singh (1981), baseado em  $D^2$  de Mahalanobis, dos atributos de qualidade sensorial avaliados em genótipos de cafeeiros de experimentos instalados em três municípios na região das Matas de Minas (2017)

Atributos da Bebida	Variabilidade relativa (%)		
	Senhora de		
	Paula Candido	Oliveira	Araponga
<b>Fragrância/Aroma</b>	10,54	2,89	8,38
<b>Sabor</b>	4,85	36,47	9,31
<b>Acidez</b>	12,35	13,55	27,85
<b>Corpo</b>	14,59	5,66	2,26
<b>Finalização</b>	30,30	3,75	18,59
<b>Equilíbrio</b>	17,02	9,27	22,07
<b>Final</b>	10,36	28,41	11,54

No município de Senhora de Oliveira o sabor foi o atributo sensorial com maior variância de expressão entre os genótipos, com variabilidade relativa de 36,47 %, seguido dos atributos final e acidez. Os genótipos com maiores notas para sabor no município de Senhora de Oliveira também coincidem com os de maiores notas totais (Tabela 2), sendo eles o Catucaí 24/137, Oeiras MG 6851, Pau-Brasil MG1 e MGS Catiguá 3 (Figura 1b).

Já em Araponga o atributo acidez apresentou 27,85% de variabilidade relativa (Tabela 3). Neste ambiente também apresentaram elevada variabilidade relativa os atributos finalização e equilíbrio. Os genótipos com maior nota para acidez foram a Catucaí 24/137, Catiguá MG1 e a progênie elite H 419-3-3-7-16-4-1 (Figura 1c), que de forma semelhante aos demais municípios, também foram os genótipos de nota total alta (Tabela 2).

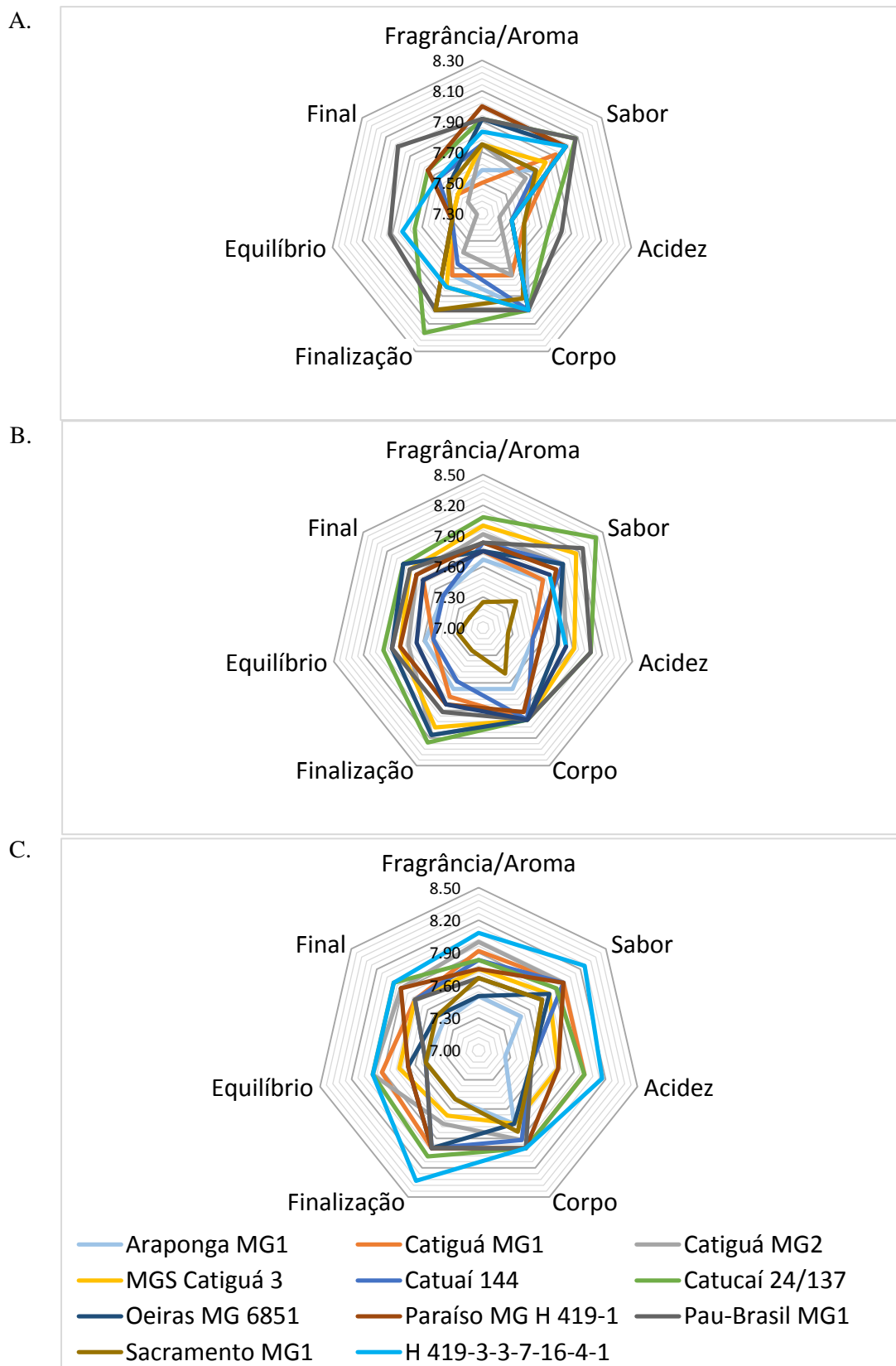


Figura 1. Perfil sensorial dos atributos sensoriais de genótipos de café com resistência à ferrugem e a cultivar Catuaí Vermelho 144, suscetível à ferrugem, plantadas nos municípios de Paula Cândido (A), Senhora de Oliveira (B) e Araponga (C), na região das Matas de Minas.

Os atributos sabor no município de Paula Cândido, fragrância/aroma, corpo e finalização em Senhora de Oliveira e corpo em Araponga, apresentaram baixa variabilidade relativa (Tabela 3). Assim, esses atributos podem ser considerados características comuns entre os cafés despulpados produzidos nos respectivos ambientes.

Considerando a análise conjunta dos ambientes observamos que as características de menores variabilidade relativa (Tabela 3) foram aquelas de mais baixa herdabilidade e de menor relação entre os coeficientes de variação genética e ambiental (Tabela 1). Quando foi realizado a análise por ambiente, de forma geral, o corpo e a fragrância/aroma, nesta ordem, foram os atributos que apresentaram em média baixa variabilidade relativa (Tabela 3), além de uma tendência para notas altas (Figura 1). Desta forma, o corpo e a fragrância podem ser considerados atributos comum entre os cafés despulpados produzidos na região das Matas de Minas. Esse resultado corrobora com os as informações descritas por Teixeira *et al.* (2015), que mencionam que os cafés descascados apresentam uma bebida com corpo mais intenso. No entanto estes autores justificam esse fato pela presença da mucilagem, o que não foi observado no presente trabalho, uma vez que o café avaliado foi desmucilado.

Todos os genótipos que apresentaram variância para os atributos (Tabela 1) estão representados no perfil sensorial (Figura 1). Nesta Figura é possível observar variabilidade sensorial entre os materiais genéticos estudados, o que, permite a seleção genética para o perfil sensorial, condizente com os resultados observados na tabela 3. Além disso, essa diversidade entre os genótipos de forma dependente do ambiente é de grande importância para o mercado de cafés especiais, uma vez que o mercado busca por cafés com características diferenciadas. Assim, genótipos com diferentes perfis sensoriais nos variados ambientes podem atender especificamente às diferentes exigências do



mercado (Saes e Silva, 2006; BSCA, 2018) e promover marketing regionalizado para cafés especiais produzidos em determinada região.

Os resultados são condizentes com o de Sobreira et al. (2016), que observaram alta diversidade para a qualidade sensorial e potencial para produção de cafés especiais.

Ainda na Figura 1 observa-se que alguns genótipos, com notas totais semelhantes, apresentaram notas superiores para alguns atributos e inferiores para outros. Os genótipos MGS Catiguá 3 e Pau-Brasil MG1, no município de Senhora de Oliveira, apresentaram a mesma nota total de 85,92. No entanto, a cultivar MGS Catiguá 3 apresentou maiores valores médios dos atributos fragrância/aroma e finalização e menores valores médios para sabor, acidez e equilíbrio, em comparação com a cultivar Pau-Brasil MG1.

De acordo com o protocolo SCAA (SCAA, 2015), notas de atributos entre 8 a 8,99 pontos são consideradas como de excelente qualidade. Dessa forma, os genótipos que merecem destaque, para o atributo corpo são: no municípios de Paula Candido, os genótipos Araponga MG1, MGS Catiguá 3, Catuaí Vermelho 144, Catucaí Amarelo 24/137, Oeiras MG 6851, Paraíso MG H 419-1, Pau-Brasil MG1 e a progênie elite H 419-3-3-7-16-4-1; em Senhora de Oliveira, os genótipos Catiguá MG1, Catiguá MG2, MGS Catiguá 3, Catuaí Vermelho144, Catucaí Amarelo 24/137, Oeiras MG 6851, Pau-Brasil MG1 e a progênie elite H 419-3-3-7-16-4-1 e em Araponga ao genótipos Catiguá MG1, Catucaí Amarelo 24/137, Paraíso MG H 419-1, Pau-Brasil MG1 e a progênie elite H 419-3-3-7-16-4-1.

Em Senhora de Oliveira, os genótipos apresentaram maior uniformidade entre as notas dos atributos (Figura 1), evidenciado também pelas altas correlações entre estes (Figura 2). Nesse município, a cultivar Catucaí 24/137 apresentou nota excelente, superior a 8 pontos, para todos os atributos, com nota total de 86,83 pontos.

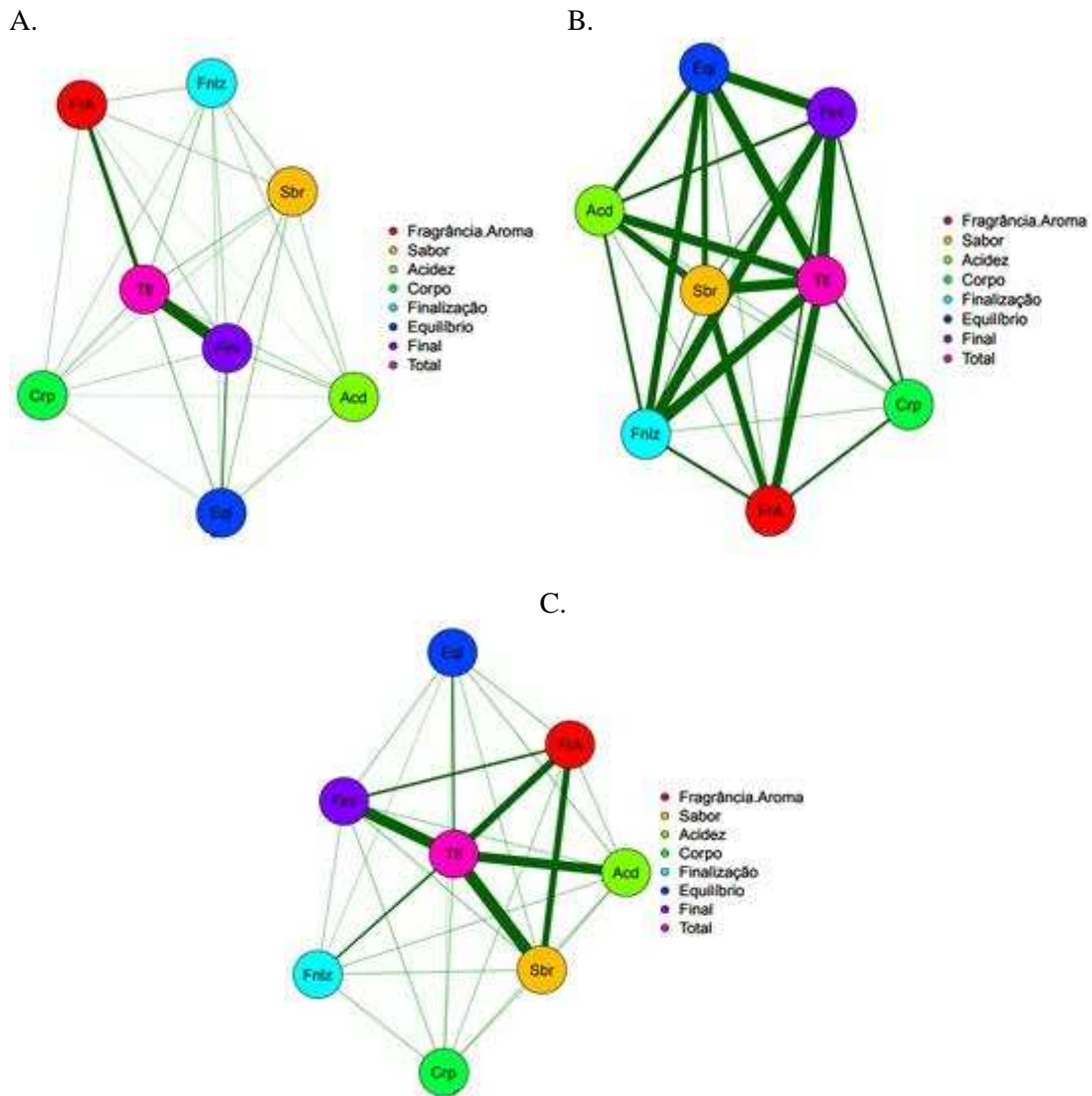


Figura 2. Rede de correlações fenotípicas entre atributos de qualidade sensorial dos genótipos avaliados nos municípios de Paula Cândido (A), Senhora de Oliveira (B) e Araponga (C), na região das Matas de Minas. As linhas verdes representam correlação positiva entre as variáveis. A espessura das linhas foi controlada aplicando um valor de corte igual a 0,8, onde apenas  $|r_{ij}| \geq 0,8$  tiveram suas linhas realçadas de forma proporcional a intensidade da correlação. Já as linhas finas apresentam correlações inferiores ao porto de corte de 0,8, sem nenhum realce que as distinguem.

No município de Araponga, a progênie elite H419-3-3-7-16-4-1 e em Senhora de Oliveira, a cultivar Catucaí 24/137 destacaram com excelente qualidade sensorial para todos os atributos (Figura 1). Ainda em Araponga, pode-se destacar os genótipos Catiguá MG1, Catiguá MG2, Catucaí Amarelo 24/137 e Paraíso MG H419-1, com notas totais superiores a 85 pontos e uniformidade entre as notas.

No município de Paula Cândido não foi obtido cultivar com melhores notas para todos os atributos sensoriais (Figura 1). Desta forma as recomendações podem ser baseadas em um ou poucos atributos, de acordo com as exigências do mercado ou com base na nota total, sabendo-se que não estará alcançando melhores resultados para todos os atributos conjuntamente. Apesar disso, pela existência de notas elevadas para todos os atributos nos diferentes genótipos, torna possível o cruzamento de genótipos contrastantes para seleção de genótipos superiores.

Observou-se que a cultivar Catucaí 24/137, apesar de ser o genótipo com melhor qualidade para todos os atributos em cada ambiente, é a cultivar com notas superiores a 85 pontos nos três municípios avaliados.

Uma estratégia de *marketplace* de cafés especiais é a caracterização e valorização do perfil sensoriais dos cafés produzidos nas diferentes regiões produtoras, uma vez que uma determinada região pode produzir cafés com padrões únicos de qualidade sensorial e através da rastreabilidade agregar valor ao produto final. De acordo com Saes (2007) quando o consumidor percebe a importância do produtor no produto final, como no caso dos cafés de origem, cria-se uma barreira à entrada de novos produtores e os ganhos tendem a se manter. Com isso, o perfil sensorial pode ser uma ferramenta na recomendação de cafés especiais.

Atualmente, os produtores de cafés especiais recebem um ágio pela produção diferenciada, no entanto, espera-se que, em longo prazo os ganhos obtidos pelos produtores se dissipem, devido a entrada de novos produtores no mercado (Saes, 2007). Uma estratégia para reduzir este efeito é a caracterização e valorização do perfil sensoriais dos cafés produzidos nas diferentes regiões produtoras, uma vez que uma determinada região pode produzir cafés com padrões únicos de qualidade sensorial. O Brasil tem uma grande diversidade de regiões ocupadas pela cultura do café, e produz tipos variados desse

produto, fato que possibilita atender às diferentes demandas mundiais, referentes a paladar e preços (BSCA, 2018). Segundo Alves et al. (2011) o café é essencialmente um produto de “*terroir*”, ou seja, influenciado diretamente pelos aspectos ambientais tanto os naturais quanto os humanos. A associação diferente entre a nota total dos cafés com os atributos sensoriais, pode evidenciar as diferentes características desses cafés nos diferentes ambientes avaliados.

Ainda na figura 2, foram encontradas correlações positivas e superiores a 0,8 quando consideramos os atributos da qualidade sensorial associadas à nota total dos atributos. Isso, indica uma associação entre essas características, assim, de forma geral os genótipos com maiores notas totais apresentam uma tendência para superioridade em relação a outros atributos sensoriais individualmente.

Valores de correlações menores foram observadas entre os atributos no município de Paula Cândido e Araponga. No entanto, não foi observado nenhuma correlação negativa entre os atributos avaliados nos diferentes ambientes.

Resultados semelhantes foram observados por Sobreira *et al.* (2015b), que avaliaram as correlações fenotípicas entre caracteres sensoriais da bebida de acessos Híbridos de Timor e progênies derivadas desses germoplasma e observaram correlações sempre positivas entre os atributos e destes com a nota total.

Os atributos fragrância/aroma, equilíbrio e final foram os únicos atributos com correlações superiores a 0,8 em todos os ambientes. No município de Araponga os atributos Sabor, acidez e finalização também apresentaram correlações superiores a 0,8. Já no município de Senhora de Oliveira, todos os atributos apresentaram correlações superiores à 0,8 com a nota total (Figura 2).

Os genótipos Catucaí 24/137, Oeiras MG6851, Paraíso MG H419-1, Pau-Brasil MG1 e H419-3-3-7-16-4-1 foram classificadas como de desempenho geral alta para a

nota total e para a maioria dos atributos sensoriais (Tabela 4). A cultivar Catucaí Amarelo 24/137, além de apresentar a melhor nota média entre os genótipos avaliados, também foi a de desempenho geral alto para todos os atributos, sendo assim possível a produção desse genótipo com notas elevadas em ambientes favoráveis e também naqueles ambientes que provocaram redução nas notas das demais cultivares (Tabela 4).

As cultivares Araçuaia MG1 e Sacramento MG1, com as menores notas totais, foram classificadas como de desempenho médio para a maioria dos atributos avaliados, apresentando classificação melhor para o atributo corpo em ambientes favoráveis (Tabela 4).

A cultivar Catucaí Vermelho IAC 144 teve sua nota total classificada com desempenho médio. Essa classificação pode ser relacionada ao baixo desempenho desta cultivar para os atributos acidez, equilíbrio e final. Apesar disso, essa cultivar foi classificada com desempenho geral alto para os atributos fragrância/aroma, sabor e corpo, o que significa boa expressão deste atributo de forma independente do ambiente (Tabela 4).

As cultivares Catiguá MG1, Catiguá MG2 e MGS Catiguá 3, foram classificadas como de desempenho específico a ambiente favorável para a nota total (Tabela 4). Assim, essas cultivares devem ser recomendadas levando-se em consideração o ambiente e os atributos de maior expressão no mesmo, para maior valorização e marketing do produto.

Observa-se que nenhuma cultivar foi classificada com desempenho médio para o atributo corpo, reforçando a ideia de que esse atributo pode ser considerado uma característica entre os genótipos cultivados na região das Matas de Minas (Tabela 4).

Tabela 4. Análise de componentes principais pelo método do 49entrotide para avaliar o desempenho das notas dos atributos de qualidade sensorial fragrância/aroma (FrA), sabor (Sbr), acidez (Acd), corpo (Crp), finalização (Finlz), equilíbrio (EqI), final (Finl) e total (Ttl) de cultivares de *Coffea arabica* produzidas em três municípios da região das Matas de Minas e avaliados por três avaliadores de acordo com o protocolo *Specialty Coffee Association of America*, 2016

	Notas médias															
	FrA		Sbr		Acd		Crp		Finlz		EqI		Finl		Ttl	
<b>Araponga MG1</b>	7,58	IV	7,67	IV	7,44	IV	7,82	II	7,64	IV	7,53	IV	7,47	IV	83,14	IV
<b>Catiguá MG1</b>	7,72	III	7,89	III	7,69	II	7,92	III	7,83	II	7,64	IV	7,67	II	84,03	II
<b>Catiguá MG2</b>	7,89	I	7,89	I	7,58	IV	7,89	III	7,83	III	7,69	II	7,72	II	84,50	II
<b>MGS Catiguá 3</b>	7,83	II	7,94	II	7,72	II	7,92	I	7,86	III	7,69	II	7,72	II	84,69	II
<b>Catuaí Vermelho IAC 144</b>	7,81	I	7,92	I	7,50	IV	7,97	I	7,75	II	7,50	IV	7,64	IV	84,08	IV
<b>Catucaí 24/137</b>	7,94	I	8,14	I	7,94	I	8,00	I	8,17	I	7,92	I	7,92	I	86,03	I
<b>Oeiras MG 6851</b>	7,72	II	7,94	I	7,58	IV	7,92	I	8,06	I	7,69	II	7,69	II	84,61	I
<b>Paraíso MG H419-1</b>	7,86	II	7,97	I	7,61	IV	7,97	I	7,94	I	7,67	II	7,83	I	84,86	I
<b>Pau-Brasil MG1</b>	7,81	II	8,03	II	7,81	I	8,00	I	7,97	I	7,78	I	7,89	I	85,28	I
<b>Sacramento MG1</b>	7,56	IV	7,64	IV	7,44	IV	7,75	II	7,58	IV	7,42	IV	7,42	IV	82,81	IV
<b>H419-3-3-7-16-4-1</b>	7,89	I	8,03	III	7,83	II	8,00	I	8,00	I	7,83	I	7,81	II	85,39	I
Médias ambientais																
<b>Paula Cândido</b>	7,79	+	7,89	-	7,57	-	7,95	+	7,87	-	7,58	-	7,63	-	84,18	-
<b>Senhora de Oliveira</b>	7,79	+	7,95	+	7,71	+	7,92	-	7,86	-	7,70	+	7,74	+	84,68	+
<b>Araponga</b>	7,77	-	7,89	-	7,67	+	7,90	-	7,89	+	7,73	+	7,75	+	84,61	+

Classe I: Desempenho geral alto (Maxf, Maxd)

Classe II: Desempenho específico a ambientes favoráveis (Maxf, Mind)

Classe III: Desempenho específico a ambientes desfavoráveis (Minf, Maxd)

Classe IV: Desempenho médio (Minf, Mind)

+ e - ambiente favorável e desfavorável, respectivamente.

Por outro lado, muitos genótipos foram classificados com desempenho médio para a acidez. Assim, genótipos com maior potencial para o desenvolvimento deste atributo, independente do ambiente dentro da região das matas de Minas é de grande relevância para a seleção de genótipos superiores.

O desempenho específico a alguns ambientes se dá por diversos fatores climáticos, sendo a altitude uma das causas dessa diferenciação. Segundo Barbosa et al. (2012) existe uma relação entre os cafés campeões de concurso com a altitude onde estes cafés são produzidos, de tal forma que, quanto maior a altitude, maior a pontuação das amostras. Ao estudar as influências de faixas de altitude, cor do fruto e face de exposição solar (norte e sul), Silveira et al. (2016) concluíram que a altitude é o principal fator que influencia a qualidade sensorial do café na região das Matas de Minas.

No presente trabalho observou-se que alguns genótipos apresentam diferenças para notas dos atributos entre ambientes, com alguns genótipos de alta estabilidade, e outros que respondem aos efeitos ambientais de forma mais acentuada.

Na Tabela 2 foi observado que alguns genótipos apresentaram nota total significativamente superior nos municípios de Araponga e Senhora de Oliveira. No entanto, apesar de todos os ambientes terem sido classificados como favoráveis ou desfavoráveis (Tabela 4), observa-se que os valores das médias ambientais são muito próximos. De acordo com nossos resultados (Tabelas 1 e 2) deve-se levar em consideração a interação entre genótipo x ambiente ao inferir que a altitude é relacionada à qualidade de bebida. Assim, é possível selecionar genótipos para cada ambiente em específico para qualidade sensorial em diferentes faixas de altitude. Uma hipótese para a qualidade expressa por alguns genótipos mesmo em baixas altitudes, tidas na literatura como desfavoráveis, pode ser a introgressão de genes de *Coffea canephora* que são

adaptados a ambientes de menor altitude, favorecendo o desenvolvimento da planta e proporcionando melhor qualidade da bebida (Sobreira, *et al.* 2015b).

Apesar da pequena diferença entre as médias ambientais, foi possível classificar os ambientes como favoráveis e desfavoráveis. No município de Senhora de Oliveira, apesar de estar localizado em média altitude foi o ambiente classificado como favorável para os atributos fragrância/aroma, sabor, acidez, equilíbrio, final e para a nota total. O município de Paula Candido, foi classificado como ambiente favorável apenas para os atributos fragrância/aroma e corpo. Já o município de Araponga foi favorável para acidez, finalização, equilíbrio, final e nota total.

De forma geral, analisando as pontuações totais obtidas pelas cultivares, é notável a superioridade de notas absolutas e do perfil sensorial quanto a qualidade de bebida das cultivares com resistência à ferrugem em relação à Catuaí Vermelho IAC 144.

## **Conclusões**

Todos genótipos com resistência à ferrugem avaliados apresentam potencial para produção de cafés especiais de acordo com a metodologia SCAA. Além disso, os resultados confirmam o potencial genético de cultivares com resistência à ferrugem para a produção de cafés especiais.

O perfil sensorial é distinto em diferentes ambientes e essa informação pode ser interessante para recomendação de cultivares associadas ao marketing de cafés especiais.

As correlações entre os atributos e destes com a nota total foram dependentes do ambiente. Os atributos fragrância/aroma, equilíbrio e finalização apresentam correlação superior a 80% com a nota total em todos os ambientes avaliados.

O cultivar Catuaí 24/137 apresentou respostas superiores e com adaptabilidade geral alta para todos os atributos sensoriais e nota total, assim, com grande potencial para



produção de café especial nos municípios de Paula Cândido, Senhora de Oliveira e Araponga.

### **Agradecimentos:**

CAPES, FAPEMIG e CONSÓRCIO PESQUISA CAFÉ.

### **Referências:**

- ALVES, H. M. R.; VOLPATO, M. M. L.; VIEIRA, T. G. C.; BORÉM, F. M.; BARBOSA, J. N. Características ambientais e qualidade da bebida dos cafés do estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário, Belo Horizonte**, v. 32, n. 261, p.1-12, 2011.
- BARBOSA, J. N.; BORÉM, F. M.; CIRILLO, M. A.; MALTA, M. R.; ALVARENGA, A. A.; ALVES, H. M. R. Coffee quality and its interactions with environment factors in Minas Gerais, Brazil. **Jornal of Agricultural Science**, v.4, n.5, p. 181-190, 2012.
- BSCA - Brazil Specialty Coffee Association. **Café especial do Brasil bate recorde mundial no leilão do COE Pulped Naturals**. Disponível em: <<http://brazilcoffeenation.com.br/Not%C3%ADcias/cafe-especial-Brasil-bate-recorde-mundial-leilao-CoE-Pulped-Naturals>>. Acessado em: 15 de janeiro de 2018.
- BORÉM, F.M. **Processamento do café**. In: (Ed.). Pós-Colheita do Café. Lavras: Editora UFLA, 2008. p.127-158.
- CALLEJON, R.M.; CLAVIJO, A.; ORTIGUEIRA, P.; TRONCOSO, A.M.; PANEQUE, P.; MORALES, M.L. Volatile and sensory profile of organic red wines produced by different selected autochthonous and commercial *Saccharomyces cerevisiae* strains. **Analytica Chimica Acta**, v. 660, p.68-75, 2010.

- CARPENEDO, S.; ANTUNES, L.E.C.; TREPTOW, R.O. Caracterização sensorial de morangos cultivados na região de Pelotas. **Horticultura Brasileira**, v.34, p.565-570, 2016.
- CARVALHO, A.M.; REZENDE, J.C.; REZENDE, T.T.; FERREIRA, A.D.; REZENDE, R.M.; MENDES, A.N.G.; CARVALHO, G.R. Relacionamento entre os atributos sensoriais e a qualidade do café em diferentes ambientes. **African Journal of Agricultural Research**, v.11, p.3607-3614, 2016.
- CCCMG – Centro do Comércio de Café do Estado de Minas Gerais. **Cotação do café: Safra 2017/2018**. Varginha, MG, 2017. Disponível em: <http://cccmg.com.br/cotacao-do-cafe/>. Acesso em 31 de novembro de 2017.
- CECAFÉ – Companhia Nacional de Abastecimento. **Relatório mensal de exportações**. São Paulo, SP, 2017. Disponível em: <http://www.cecafe.com.br/publicacoes/relatorio-de-exportacoes/>. Acesso em 15 de janeiro de 2018.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira**. v.4 - SAFRA 2017 - N.4 - Quarto levantamento - dezembro 2017. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/18\\_01\\_08\\_09\\_06\\_29\\_cafe\\_dezembro.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/18_01_08_09_06_29_cafe_dezembro.pdf). Acesso em 24 de janeiro de 2018.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. V. 1, 4. (Ed.). Viçosa: Editora UFV, 2012. 514p.
- CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. v.35, n.3, p.271-276, 2013.
- CRUZ, C.D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum**. v.38, n.4, p.547-552, 2016.

- GAMONAL, L.E.; VALLEJOS-TORRES, G.; LOPEZ, L.A. Sensory analysis of four cultivars of coffee (*Coffea arabica* L.), grown at different altitudes in the San Martin region - Peru. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 47, p. 1678-4596, 2017.
- KNOPP, S.; BYTOF, G.; SELMAR, D. Influence of processing on the content of sugars in green Arabica coffee beans. **Food Research Technology**, Mysore, v.223, p.195-201, 2006.
- LEME, P.H.M.V.; MACHADO, R.T.M. The quality pillars of a certification process: the coffee quality program (CQP) in Brazil. **Agroalimentaria** (Caracas), v.19, p.61-74, 2013.
- ODELLO, L.; BRACESCHI, G.P.; SEIXAS, F.R.F.; SILVA, A.A.; GALINARO, C.A. & FRANCO, D.W. Avaliação sensorial de cachaça. **Química Nova**, São Paulo, v.32, p.1839-1844, 2009.
- PINHEIRO, A. C. T. Influência da altitude, face de exposição e variedade na caracterização da qualidade sensorial dos cafés da Região das Matas de Minas. **Dissertação de mestrado** – Universidade Federal de Viçosa. Orientador: Ney Sussumu Sakiyama. ix, 77f.:il. P - 654i, 2015.
- RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.) Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (**5ª Aproximação**). Viçosa, MG, MG: CFSEMG/UFV, 1999. P. 306-307.
- RIBEIRO, D.E.; BORÉM, F.M.; CIRILLO, M.A.; PRADO, M.V.B.; FERRAZ, V.P.; ALVES, H.M.R.; TAVEIRA, J.H. da S. Interaction of genotype, environment and processing in the chemical composition expression and sensorial quality of Arabica coffee. **African Journal of Agricultural Research**, v.11, p.2412-2422, 2016.

- ROCHA, R.B.; MAURO-ABAD, J.I.; ARAÚJO, E.F.; CRUZ, C.D. Avaliação do método centróide para estudo de adaptabilidade ao ambiente de clones de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal, Santa Maria**, v. 15, n. 3, p. 255-266, 2005.
- ROSADO, R. D. S.; ROSADO, L. D. S.; CREMASCO, J. P. G.; SANTOS, C. E. M. DOS; DIAS, D. C. F. DOS S.; CRUZ, C. D. Genetic divergence between passion fruit hybrids and reciprocals based on seedling emergence and vigor. **Journal of Seed Science**, 39(4), p. 417-425, 2017. <https://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v39n4183293>
- SAES, M.S.M.; SILVA, C.L.; ESCUDEIRO, F.H. Estratégia de diferenciação no mercado brasileiro de café. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios** (São Paulo. Impresso), v.8, p.24-31, 2006.
- SAES, M.S.M. A distribuição de quase-renda e a estratégia de diferenciação no café. **Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba, v.11, p.151-171, 2007.
- SAKIYAMA, N.S.; MARTINEZ, H.E.P.; TOMAZ, M.A.; BORÉM, A. (Ed.), **Café arábica do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2015. 316p.
- SCAA, PROTOCOLS. Cupping Specialty Coffee. **Specialty Coffee Association of America - SCAA**. Published by the Specialty Coffee Association of America. Revised: December 16, 2015. Disponível em: <http://www.scaa.org/PDF/resources/cupping-protocols.pdf>. Acesso em: 15 janeiro de 2017.
- SILVEIRA, A.S.; PINHEIRO, A.C.T., FERREIRA, W.P.M., SILVA, L.J., RUFINO, J.L.S., SAKIYAMA, N.S. Sensory analysis of specialty coffee from different environmental conditions in the region of Matas de Minas, Minas Gerais, Brazil. **Revista Ceres**, v.63, p.436-443, 2016.

- SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **The Indian Journal of Genetics and Plant Breeding**, v.41, p.237-245, 1981.
- SOBREIRA, F.M.; OLIVEIRA, A.C.B. de; PEREIRA, A.A.; SOBREIRA, M.F.C.; SAKYIAMA, N.S. Sensory quality of arabica coffee (*Coffea arabica*) genealogic groups using the sensogram and content analysis. **Australian Journal of Crop Science**, v.9, n.6, p. 486-493, 2015a.
- SOBREIRA, F. M.; OLIVEIRA, A. C. B. de; PEREIRA, A. A.; SAKYIAMA, N. S. Potential of Híbrido de Timor germplasm and its derived progenies for coffee quality improvement. **Australian Journal of Crop Science**, v. 9, n. 4, p. 289-295, 2015b.
- SOBREIRA, F.M.; OLIVEIRA, A.C.B. de; PEREIRA, A. A.; MARTINS, A.G.; SAKYIAMA, N.S. Divergence among arabica coffee genotypes for sensory quality. **Australian Journal of Crop Science**, v.10, p.1442-1448, 2016.
- TEIXEIRA, M.M.; FILHO, A.F.L.; OLIVEIRA, M.V.M.; SILVA, F.A.P.; MOREIRA, R.M.G. Colheita e pós-colheita. In: **Café arábica do plantio à colheita**. Viçosa: Editora UFV, 2015, p.216-249.

## 6. CAPÍTULO 2

### **Perfil sensorial de genótipos de café arábica para o comércio de cafés especiais de acordo com o processamento pós-colheita**

**Resumo** – Objetivo-se avaliar o perfil sensorial da bebida de genótipos de *Coffea arabica* a fim de caracterizar os genótipos nas diferentes formas de processamento pós-colheita (café despulpado e café natural) e identificar aqueles com maior potencial genético para produção de cafés especiais na região das Matas de Minas. O experimento foi instalado em 2012 no município de Araponga no estado de Minas Gerais - Brasil. O delineamento foi em blocos casualizados com duas repetições e dez genótipos resistentes à ferrugem e uma testemunha susceptível. As amostras de frutos do tipo cereja foram avaliadas por meio do perfil sensorial da bebida, segundo o protocolo da “*Specialty Coffee Association of America* (SCAA)”. As cultivares Araponga MG1, Catiguá MG1, Catiguá MG2, MGS Catiguá 3, Oeiras MG6851, Pau-Brasil MG1 e Sacramento MG1, não apresentaram diferenças para nota total nas diferentes formas de processamento. O município de Araponga se caracterizou por proporcionar notas “muito boas” ou “excelentes” do atributo corpo para o café despulpado e do atributo equilíbrio para o café natural. Os genótipos Catiguá MG1, Catiguá MG2, Catucaí 25/137, Paraíso MGH419-1 e a H419-3-3-7-16-4-1 apresentaram os melhores desempenhos para a nota total, acima de 85 pontos, quando o café foi despulpado. No entanto, apenas Catiguá MG1 e Catiguá MG2 não sofreram redução significativa da nota quando manteve o fruto com casca (café natural). Devido a interação do perfil sensorial com a forma de processamento, as recomendações de genótipos de café devem ser realizadas levando em consideração o nível tecnológico utilizado na secagem dos grãos e assim maximizar o potencial para qualidade de bebida.

**Palavra-chave:** *Coffea arabica*, atributo sensorial, Matas de Minas, gráfico radar, rede de correlações

## **Sensory profile of arabica coffee genotypes for the trade of specialty coffees according to post-harvest processing**

**Abstract** – The aim of this work was to evaluate the sensory profile of the beverage of *Coffea arabica* genotypes in order to characterize the material in different forms of post-harvest processing (pulped coffee and natural coffee) and to identify the materials with the highest genetic potential for coffee production in the region of Matas de Minas. The experiment was installed in 2012 in the city of Araponga, Minas Gerais state - Brazil. The experimental design used was the randomized block with two replicates and ten rust resistant genotypes and one susceptible control. The samples of cherry-type fruits were evaluated considering means of sensory profile of the beverage, according to Specialty Coffee Association of America (SCAA) protocol. The cultivars Araponga MG1, Catiguá MG1, Catiguá MG2, MGS Catiguá 3, Oeiras MG6851, Pau-Brasil MG1 and Sacramento, presented no differences for total score in the different forms of processing. The Araponga county was characterized by providing "very good" or "excellent" grades of the body attributes for pulpud coffee and the equilibrium attribute for natural coffees. The genotypes Catiguá MG1, Catiguá MG2, Catucaí 25/137, Paraiso MGH419-1 and H419-3-3-7-16-4-1 presented the best performances for the total score, above 85 points, when the coffee was pulpud. However, only Catiguá MG1 and Catiguá MG2 did not suffer a significant reduction of the note when the fruit was kept in bark (natural coffee). Due to the interaction of the sensory profile with the processing form, the recommendations of coffee genotypes should be made taking into account the technological level used in the drying of the grains and thus maximizing the potential for drink quality.

**Keyword:** *Coffea arabica*, sensory attributes, Matas de Minas, radar chart, correlation network.

## **Introdução**

Nos últimos anos a demanda por cafés de qualidade superior, os chamados cafés especiais, cresce de maneira expressiva no Brasil e no mundo comparativamente ao mercado dos cafés comuns. Dados recentes mostram que a demanda pelos grãos especiais cresce em torno de 15% ao ano, em relação ao crescimento de cerca de 2% do café commodity. O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café, responsável por 70% das exportações mundiais. O segmento representa hoje cerca de 12% do mercado internacional da bebida. Devido à diversidade de regiões ocupadas pela cultura do café, o Brasil produz tipos variados desse produto, fato que possibilita atender às diferentes demandas mundiais, referentes a paladar e a preços (COSTA e BESSA, 2014).

Os cafés especiais, de forma geral, diferenciam-se dos comuns pela ausência de defeitos e por apresentar atributos qualitativos distintos. No mercado de cafés especiais, quanto mais diferenciado for um determinado café e, logicamente, quanto melhor for a sua qualidade sensorial, maior será o seu valor. Esse fato representa excelente oportunidade para agregação de valor aos cafés produzidos nas áreas montanhosas da região das Matas de Minas, tradicionalmente pouco remunerados em suas atividades cafeeiras.

A qualidade do café está diretamente influenciada pelo método de processamento pós-colheita, visto que o café é um alimento e assim passível de deterioração. O processamento pode ser feito de duas formas, por via seca (café natural) ou por via – úmida (cafés despulpados) (Teixeiras et al. 2015). A escolha do método de processamento do café é decisiva na rentabilidade da atividade cafeeira e dependerá de diversos fatores, tais como, condições climáticas da região, disponibilidade de capital, tecnologia e equipamento, exigência do mercado consumidor quanto às características do produto, outorga para uso de água e disponibilidade de tecnologia para tratamento das águas



residuárias (BORÉM, 2008).

Uma estratégia de marketplace de cafés especiais é a caracterização e valorização do perfil sensorial dos cafés produzidos nas diferentes regiões produtoras, uma vez que uma determinada região pode produzir cafés com padrões únicos de qualidade sensorial e através da rastreabilidade agregar valor ao produto final. De acordo com Saes (2007) quando o consumidor percebe a importância do produtor no produto final, como no caso dos cafés de origem, cria-se uma barreira à entrada de novos produtores e os ganhos do produtor tendem a se manter. Com isso, o perfil sensorial pode ser uma ferramenta na recomendação de cafés especiais.

O município de Araponga (MG) tem tradição na atividade cafeeira e, além disso, vem apresentando grande destaque na produção de cafés especiais. Assim, a caracterização da qualidade de bebida expressa por diferentes genótipos nas diferentes formas de processamento é de grande relevância para a agricultura local.

Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o perfil sensorial da bebida de genótipos de *Coffea arabica* a fim de caracterizar genótipos nas diferentes formas de processamento pós-colheita (café despulpado e café natural) e identificar aqueles com maior potencial genético para a agricultura no município de Araponga.

## **Material e Métodos**

O experimento foi instalado em 2012 no município de Araponga (20° 38' 48" Sul; 42° 30' 41" Oeste, altitude 1100 m) localizado na região das Matas de Minas no estado de Minas Gerais – Brasil, com espaçamento de 2,50 x 0,60m. No campo, o ensaio foi instalado em blocos casualizados, duas repetições e parcelas de 50 ou 60 plantas. As avaliações foram feitas a partir de amostras coletadas em dez plantas na parcela útil, em cafeeiros entre os meses de maio a agosto de 2016, biênio de alta produção. Foram

avaliadas as cultivares Araponga MG1, Catiguá MG1, Catiguá MG2, MGS Catiguá 3, Oeiras MG 6851, Paraíso MG H419-1, Pau-Brasil MG1, Sacramento MG1 e a progênie elite H419-3-3-7-16-4-1, desenvolvidas pelo Programa de Melhoramento Genético do Cafeeiro da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG em parceria com a Universidade Federal de Viçosa – UFV e a cultivar Catucaí Amarelo 24/137 desenvolvida pela Fundação Procafé, todas com resistência à ferrugem. Já a cultivar Catucaí Vermelho IAC 144, desenvolvida pelo Instituto Agrônomo de Campinas – IAC, foi o tratamento suscetível à ferrugem, utilizada como testemunha. Os experimentos foram conduzidos de acordo com as recomendações técnicas normalmente empregadas na cultura do cafeeiro arábica (Sakiyama et al. 2015; Ribeiro et al., 1999), à exceção do controle químico da ferrugem, que não foi realizado.

Considerando que a espécie *Coffea arabica* L. apresenta normalmente diversas floradas e, conseqüentemente, desuniformidade na maturação dos frutos, houve necessidade de separação dos frutos segundo o estágio de maturação, tendo em vista a obtenção de amostras constituídas somente por frutos completamente maduros. Dessa forma, foram colhidos aproximadamente 40 litros de café no estágio “cereja” por genótipo de cada um dos três experimentos.

As amostras foram colhidas no período da manhã e encaminhadas para área experimental do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa- UFV onde foram processadas no mesmo dia da colheita. As amostras de café foram lavadas em caixa de polietileno de 500 litros com água onde foi possível separar e remover frutos de menor densidade, chochos e mal granados que boiaram. Alguns frutos indesejáveis remanescentes nas amostras, como os verdes, passas e secos, foram descartados, tendo em vista eliminar possíveis grãos imaturos e deteriorados e manter a uniformidade e

qualidade do café. Possíveis impurezas, como paus, folhas, pedras e outros detritos, também foram eliminados nessa operação.

Após a operação de lavagem, as amostras foram divididas em duas partes. Uma destas foi encaminhada diretamente para a secagem (café natural) em peneiras (“terreiro suspenso”) com área de 1m<sup>2</sup>, construídas com tela de arame inoxidável (malhas de 2 mm<sup>2</sup>) e laterais de madeira de 7cm de altura. A outra metade da amostra foi descascada em um descascador de amostras marca Pinhalense modelo DPM-02 n° 928, acionado por um motor elétrico de 0,5 CV. Após o descascamento, foram eliminados das amostras resíduos de cascas remanescentes, grãos quebrados durante a operação e eventualmente brocados. Em seguida, as amostras de café descascado foram acondicionadas em baldes plásticos de 20L de capacidade, para a desmucilagem por meio de fermentação natural, durante 24h (café despulpado). Após o período de fermentação, os grãos em pergaminho foram lavados em água limpa, friccionando-os uns contra os outros manualmente, sob água corrente. Depois de lavados, os grãos foram espalhados em peneiras com área de 1m<sup>2</sup>, conforme mencionado para o café natural, para a secagem a pleno sol, até que os grãos atinjam 11% de umidade (bu).

Durante a secagem as peneiras foram mantidas suspensas, a uma altura de aproximadamente um metro da superfície do solo, apoiadas sobre uma estrutura construída com mourões de eucalipto e cabo de aço. Essa operação auxilia a etapa de secagem por facilitar a passagem do ar pela massa de grãos.

No processo de secagem, foram adotados os procedimentos citados por Borém (2008), em que as amostras de café são revolvidas cerca de 20 vezes ao dia. Após a secagem, os grãos em pergaminho foram acondicionados em sacos de papel kraft folha dupla por um período de repouso de 30 a 40 dias, para uniformização do teor de umidade nos grãos. Decorrido esse período, as amostras foram beneficiadas e acondicionadas em

sacos plásticos impermeáveis e enviadas para as avaliações da qualidade sensorial de bebida.

As análises sensoriais da bebida foram realizadas por três provadores (degustadores) habilitados e certificados pela *Specialty Coffee Association of America* (SCAA), empregando metodologia para avaliação sensorial de cafés especiais (SCAA, 2015). Nessa avaliação, foram atribuídas notas, no intervalo de 6 a 10 pontos, para os atributos fragrância/aroma, acidez, corpo, sabor, ausência de defeito, doçura, uniformidade, finalização, equilíbrio e final. A pontuação total foi constituída pela soma dos pontos conferidos a cada um dos atributos mencionados. São considerados cafés especiais aqueles que atingem pontuação total igual ou superior a 80 pontos.

As análises estatísticas dos dados das análises sensoriais foram realizadas considerando delineamento em esquema fatorial conforme o modelo estatístico abaixo, considerando todos os efeitos como fixo.

$$Y_{ijkm} = \mu + G_i + P_j + D_k + B_m + GP_{ij} + GD_{ik} + PD_{jk} + GPD_{ijk} + \epsilon_{ijkm}$$

em que:

$Y_{ijkm}$ : valor observado do genótipo  $i$ , no processamento  $j$ , degustador  $k$  e no bloco  $m$ ;

$\mu$ : média geral;

$G_i$ ,  $P_j$  e  $D_k$ : efeitos de genótipos, processamento e degustador, respectivamente;

$GP_{ij}$ ,  $GD_{ik}$  e  $PD_{jk}$ : efeitos das interações de primeira ordem entre genótipos e processamento, genótipo e degustador e processamento e degustador;

$GPD_{ijk}$ : efeito da interação tripla entre genótipo, processamento e degustador;

$B_m$ : efeito do bloco  $m$ ; e

$\epsilon_{ijkm}$ : erro aleatório.

Os agrupamentos das médias dos atributos entre genótipos foram realizados pelo teste de Scott-Knott e as comparações das médias entre os ambientes, para cada genótipo, foram realizadas pelo teste de Tukey, ambos a 5% de probabilidade.

A variabilidade relativa dos atributos sensoriais foi realizada pelo método de Singh (1981) baseado em  $D^2$  de Mahalanobis (Cruz, Regazzi e Carneiro, 2012).

Foi construído um gráfico de rede de correlações a partir das correlações fenotípicas (Rosado et al., 2017) entre os atributos sensoriais, onde, as variáveis com correlações positivas foram conectadas por uma linha verde e as negativas por uma linha vermelha. A espessura das linhas representa o valor absoluto da correlação, quanto mais espessa, maior a correlação entre as variáveis. Para facilitar a visualização, a espessura das linhas foi controlada aplicando um valor de corte igual a 0,8, onde apenas  $|r_{ij}| \geq 0,8$  tiveram suas linhas realçadas de forma proporcional a intensidade da correlação. Já as linhas finas apresentam correlações inferiores ao porto de corte de 0,8, sem nenhum realce que as distinguem.

O perfil sensorial foi representado de forma gráfica, possibilitando a avaliação do predomínio de atributos nos diferentes cultivares avaliados.

Todas as análises genético-estatísticas foram processadas pelo aplicativo computacional GENES (Cruz 2013) e em integração com o programa R (Cruz, 2016).

## **Resultados e discussão**

Os atributos sensoriais não apresentaram resposta significativa para o fator degustador e suas interações pelo teste F (Tabela 1). Esses resultados indicam a consistência das notas atribuída pelos degustadores. Apesar das avaliações sensoriais serem realizadas com base em protocolo padrão, essa ainda é subjetiva pois depende da

experiência e opiniões pessoais dos degustadores. Dessa forma, ao considerar as notas individuais dos degustadores nas análises estatísticas é possível reduzir a subjetividade do método de avaliação.

Ainda na Tabela 1, observa-se que todos os atributos sensoriais, fragrância/aroma, sabor, acidez, corpo, finalização, equilíbrio, final e a nota total, apresentaram resposta significativa para interação entre o genótipo e o processamento pós-colheita. Os coeficientes de variação foram menores que 4,2% o que indica boa precisão experimental, uma vez que estão de acordo com os coeficientes obtidos em experimentos dessa natureza (Silveira et al., 2016 e Gamonal et al., 2017).

Os atributos sensoriais doçura, uniformidade e ausência de defeitos foram desconsiderados para as análises estatísticas, uma vez que os genótipos receberam nota máxima (10 pontos) para todos os genótipos. Durante a degustação, estes atributos foram avaliados em uma mesma etapa, quando a temperatura da bebida se aproximou da temperatura do ambiente (abaixo de 35°C). Os degustadores fizeram um julgamento individual de cada xícara, concedendo dois pontos por xícara por atributo, sendo que, dez pontos foi o resultado máximo para o conjunto de cinco xícaras (SCAA, 2015). Um café que apresenta boa doçura contém sabor adocicado que permite ser consumido sem a adição de açúcar.

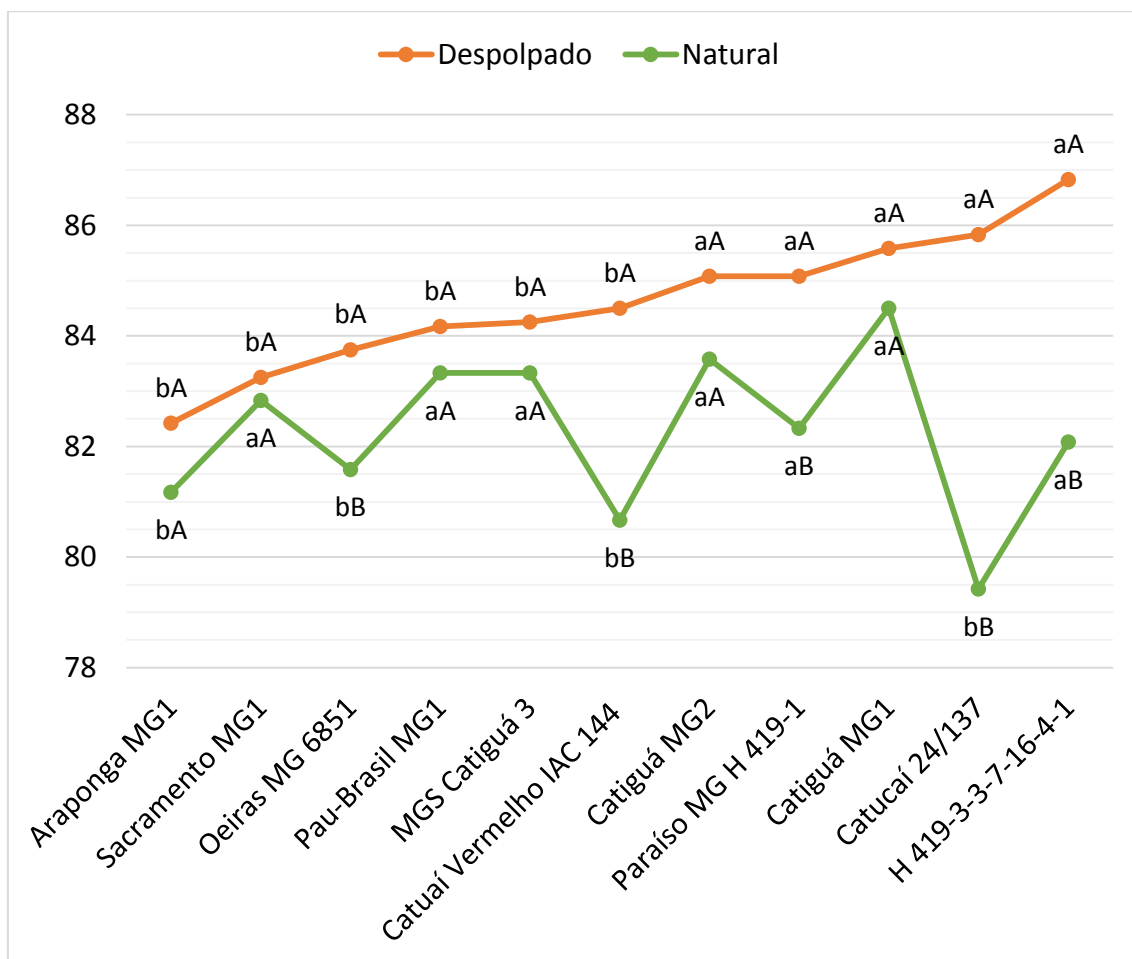
**Tabela 1** – Resumo da análise de variância dos atributos sensoriais fragrância/aroma (FrA), sabor (Sbr), acidez (Acd), corpo (Crp), finalização (Finlz), equilíbrio (Eq1), final (Finl) e total (Ttl) de genótipos de *Coffea arabica* produzidas em dois processamentos pós colheita no município de Araponga – MG, Brasil, 2016

FV	GL	Quadrados Médios							
		FrA	Sbr	Acd	Crp	Finlz	Eq1	Finl	Ttl
<b>B<sup>1</sup></b>	1	0,09	0,23	0,27	0,01	0,37	0,12	0,07	4,18
<b>D</b>	2	0,14 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,64 <sup>ns</sup>
<b>P</b>	1	2,32**	4,55**	2,73**	3,83**	6,82**	2,45**	4,36**	183,18**
<b>G</b>	10	0,45**	0,49**	0,31**	0,18*	0,47**	0,17**	0,18**	11,48**
<b>DxP</b>	2	0,05 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>
<b>DxG</b>	20	0,04 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>
<b>PxG</b>	10	0,26**	0,36**	0,33**	0,16*	0,56**	0,15**	0,32**	10,90**
<b>DxPxG</b>	20	0,03 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>
<b>Resíduo</b>	65	0,07	0,09	0,06	0,07	0,10	0,05	0,05	2,12
<b>Total</b>	130	0,12	0,16	0,11	0,10	0,20	0,07	0,10	4,30
<b>Média</b>		7,64	7,71	7,53	7,73	7,67	7,59	7,57	83,44
<b>CV(%)</b>		3,46	3,99	3,28	3,45	4,16	2,89	3,04	1,74

<sup>ns</sup>, \* e \*\*, não significativo, significativo a 5% de probabilidade e significativo a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

<sup>1</sup>(B = bloco; P = processamento; D = provador/degustador e G = genótipo).

Todos os genótipos, quando despulpados, apresentam notas total igual ou superiores às sob processamento natural (Figura 1). Os genótipos Catiguá MG1, Catiguá MG2, MGS Catiguá 3 e Pau-Brasil MG1 apresentaram notas acima de 83 pontos para ambos os procedimentos. Já os genótipos Catuaí Vermelho IAC 144, Catucaí 24/137, Oeiras MG6851, Paraíso MGH419-1 e H 419-3-3-7-16-4-1 apresentaram notas totais significativamente inferiores quando submetidas ao processamento natural (Figura 1). É provável que alguns destes cafés apresentem características que favoreçam a fermentação, como por exemplo, maior volume de polpa e ou maiores teores de açúcares na polpa.



**Figura 1** – Notas totais das cultivares de *Coffea arabica*, submetidos aos processamentos pós-colheita despulpado e natural, no município de Araponga – MG, Brasil, 2017.

\*Cultivares cujos pontos no gráfico são seguidos pela mesma letra minúscula na horizontal pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade e seguidos da mesma letra maiúscula na vertical, não se diferem estatisticamente, entre os processamentos pós-colheita, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



De acordo com Teixeira et al. (2015), a menor qualidade dos cafés naturais, se justificam pela presença de defeitos causados pela presença de grãos mal granados, atacados por pragas, fermentados e verdes, além disso pela presença da casca, passam muito tempo para secagem, sofrendo por condições climáticas adversas. No entanto, no presente trabalho, apesar de eliminar os defeitos das amostras e favorecer à secagem, alguns genótipos ainda apresentaram reduzida qualidade para o café natural. Clemente et al. (2015) também encontraram reduções na pontuação total, para os cafés naturais secos em secador mecânico. Esse resultado indica que o processamento pode influenciar a qualidade da bebida provocando efeitos internos mesmo em grãos sadios e completamente maduros.

No processamento via úmida, foram formados dois grupos, de acordo com o teste de Scott-Knott, o primeiro grupo foi formado pelos genótipos H 419-3-3-7-16-4-1 (86,8), Catucaí 24/137 (85,8), Guatiguá MG1 (85,6), Guatiguá MG2 (85,1) e cultivar Paraíso MG H 419-1 (85,1) (Figura 1). Observa-se que, no primeiro grupo, todos os genótipos receberam nota acima de 85 pontos que, de acordo com a SCAA, são cafés especiais descritos como “excelentes” e classificados como “especial de origem” (SCAA, 2015). O segundo grupo foi formado pelos cultivares MGS Catiguá 3(84,2), Pau-Brasil MG1 (84,2), Catucaí Vermelho IAC144 (84,0), Oeiras MG 6851 (83,7), Sacramento MG1 (83,2) e Araponga MG1 (82,4). Apesar das menores notas, estes também apresentaram notas acima de 80 pontos. Ainda, segundo a SCAA (2015), cafés com notas entre 80 a 85 pontos são cafés especiais descritos como “muito bom” e classificados como “premium”.

Já no processamento via seca, café natural, também foram formados dois grupos, no entanto a classificação de alguns genótipos foi diferente daquela discutida anteriormente (Figura 1). O primeiro grupo foi formado pelos genótipos Catiguá MG1 (84,5), Catiguá MG2 (83,6), MGS Catiguá 3 (83,3), Pau-Brasil MG1 (83,3), Sacramento

(82,8), Paraíso MG H 429-1 (82,3) e H 419-3-3-7-16-4-1 (82,1). Apesar de todos os genótipos apresentarem média das notas inferiores quando submetidos a este processamento, os genótipos Catiguá MG1, Catigua MG2, Paraíso MG H 429-1 e H 419-3-3-7-16-4-1, se mantiveram no grupo de cultivares com maiores notas. Já a cultivar MGS Catiguá 3, anteriormente no grupo de menores notas, no processamento natural foi classificada no grupo de maiores notas. O segundo grupo foi formado pelos genótipos Oeiras MG 6851 (81,6), Araponga MG1 (81,2), Catuaí Vermelho IAC144 (80,7) e Catucaí 24/137 (79,4). Observa-se que a cultivar Catucaí 24/137 foi classificada de forma diferente de quando no processamento despulpado, na qual foi o genótipo com a segunda maior nota e de forma contrária, por via seca, foi o único tratamento que apresentou nota inferior a 80 pontos, abaixo da qualidade especial.

Esse resultado demonstra a elevada qualidade sensorial das novas cultivares, que podem inclusive apresentam notas superiores às observadas pela cultivar Catuaí Vermelho IAC144 tanto para o café despulpado quanto para o café natural. Além disso, por apresentarem resistência à ferrugem, podem trazer maior rentabilidade para a atividade cafeeira.

Contudo, observa-se que os genótipos com maiores notas para o processamento despulpado podem não ser adequados para o processamento natural, devido à redução na sua qualidade de bebida. Entretanto, alguns genótipos podem ser recomendados de forma geral para os dois processamentos pós-colheita, ou de maneira específica, considerando os resultados para um processamento pós-colheita específico (Figura 1).

A análise de variabilidade relativa pelo método de Singh (1981) classifica os atributos com maior variação entre os genótipos avaliados. Assim, atributos com maior variabilidade relativa são aqueles em que os genótipos apresentam maiores diferenças entre as notas. Já os atributos com menores variabilidades podem ser considerados com

uma característica do método de processamento, uma vez que, de forma geral os genótipos tendem a apresentarem uma mesma nota para este atributo.

**Tabela 2.** Variabilidade relativa dos atributos de qualidade sensorial avaliadas em dois processamentos pós-colheita, pelo método de Singh (1981) baseado em  $D^2$  de Mahalanobis, 2016

<b>Atributos</b>	<b>Variabilidade relativa (%)</b>	
	<b>Despolpado</b>	<b>Natural</b>
<b>Fragância/Aroma</b>	8,38	17,37
<b>Sabor</b>	9,31	25,37
<b>Acidez</b>	27,85	9,65
<b>Corpo</b>	2,26	19,96
<b>Finalização</b>	18,59	9,81
<b>Equilíbrio</b>	22,07	2,74
<b>Final</b>	11,54	15,09

Assim, de acordo com a Tabela 2, observa-se que, para os cafés despolpados, o atributo com maior variabilidade relativa foi a acidez (27,85%), seguido do equilíbrio (22,07%) e finalização (18,59%). Na literatura é comum encontrar relatos de que os cafés apresentam uma maior acidez quando submetidos ao processamento despolpados (Lima et al., 2008). No entanto, no presente trabalho, observamos que esta não é uma resposta característica de todos os genótipos neste processamento, uma vez que apresentam maior variação para acidez.

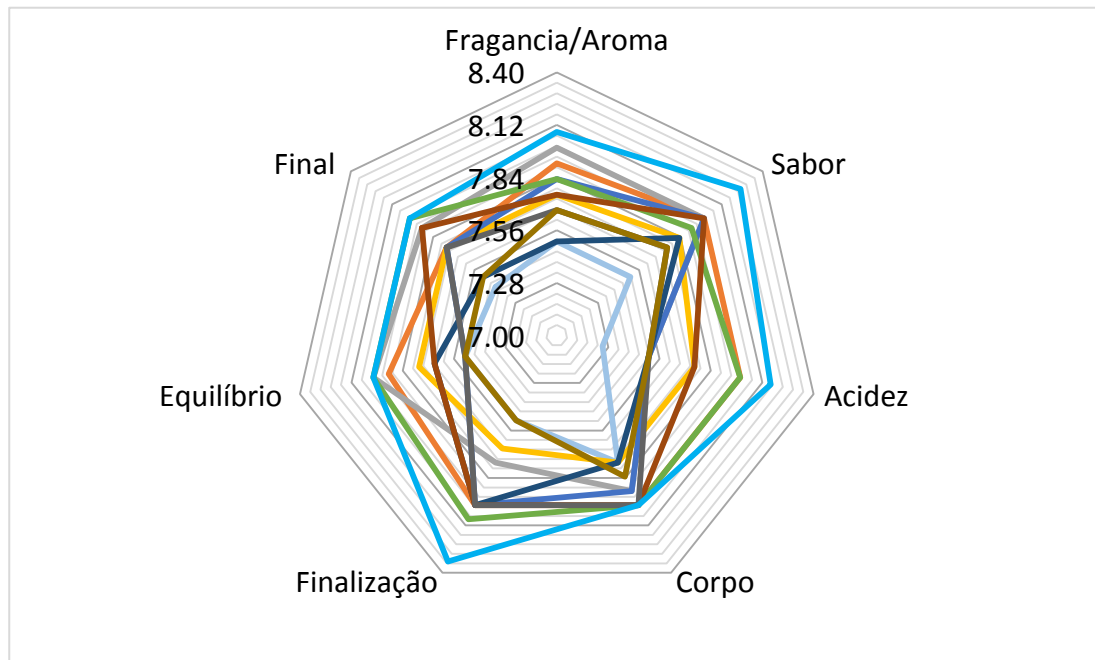
Já para os cafés naturais, os atributos Sabor (25,37%), corpo (19,96%), fragrância/aroma (17,37%) e final (15,09%) foram os atributos de maior variabilidade relativa. Esses resultados são importantes, uma vez que mostram a existência de diversidade destes genótipos quanto a expressão destes atributos nas diferentes formas de processamento pós-colheita, o que possibilita produzir cafés com diferentes perfis sensoriais com a mesma cultivar.

Por outro lado, o atributo corpo apresentou baixa variabilidade relativa (2,26%) (Tabela 2) e notas entre 7,75 a 8,00 para o café despulpado (Figura 2). Essas notas podem ser classificadas como “muito boas” ou “excelentes” de acordo com a SCAA (2015). Esse resultado indica que existe baixa variância entre os genótipos para o atributo corpo, além das notas serem elevadas. Esse resultado corrobora com os as informações descritas por Teixeira et al. (2015), que dizem que os cafés descascados apresentam bebida com corpo mais intenso. No entanto estes autores justificam esse fato pela presença da mucilagem, o que não foi observado no presente trabalho, uma vez que os cafés foram desmucilados.

Já para o café natural, o equilíbrio também com baixa variabilidade relativa (2,74%) (Tabela 2), apresentou notas entre 7,33 a 7,50 (Figura 2), que apesar de serem classificadas como “muito boas” de acordo com a SCAA (2015), foram inferiores a maioria das notas recebidas pelos demais atributos. Esse fato pode estar associado às reduzidas notas do atributo acidez, uma vez que o equilíbrio leva em consideração a harmonia entre os atributos sabor, finalização, corpo e acidez.

De forma geral, notas “muito boas” ou “excelentes” do atributo corpo e notas “muito boas” do atributo equilíbrio podem ser possíveis características dos cafés despulpados e naturais, respectivamente, associados a produção no município de Araponga.

A.



B.

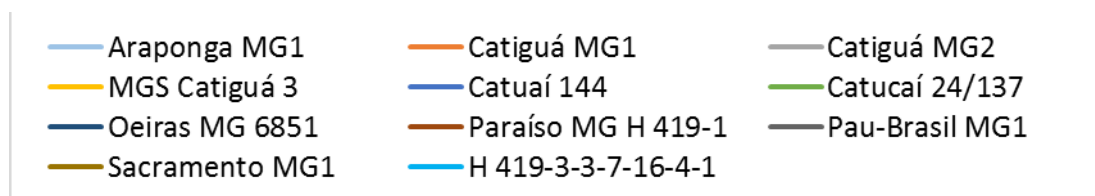
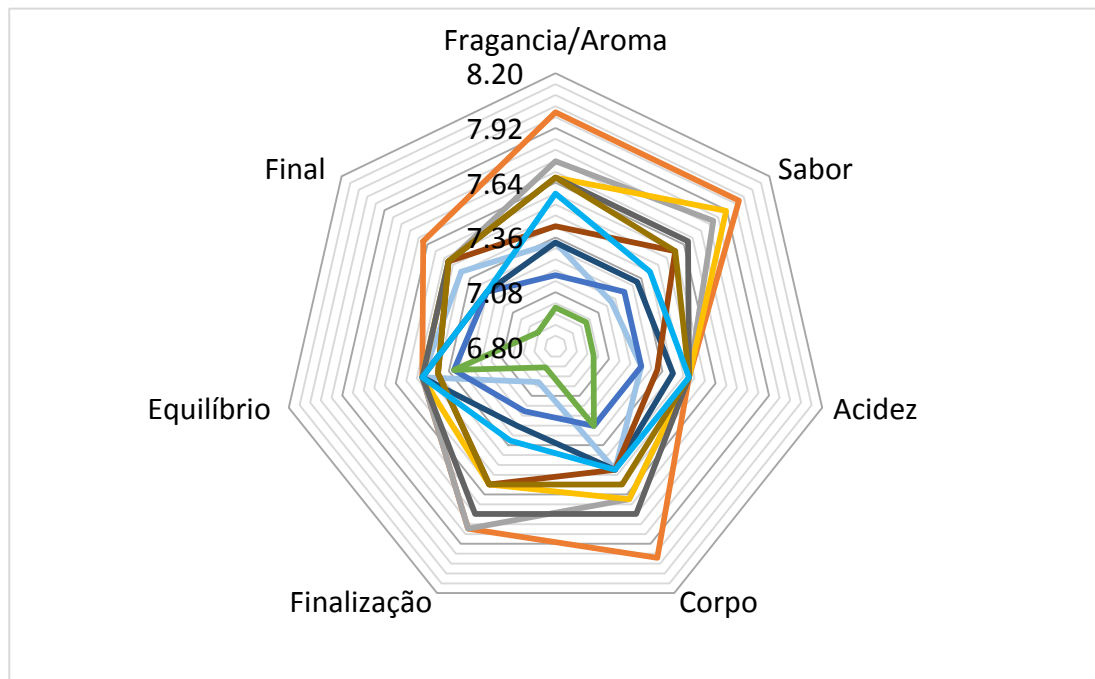


Figura 2. Sensoriograma dos atributos sensoriais de cultivares de café com resistência a ferrugem e a cultivar Catuaí 144, suscetível a ferrugem, submetidos ao processamento pós colheita via úmida (A) e via seca (B) no município Araponga na região das Matas de Minas, 2016.

Na Figura 3 observa-se que todos os atributos apresentaram correlações positivas e muitas delas de elevada magnitude. No processamento despulpado, apenas o atributo corpo não apresentou correlações superiores a 0,8 com todos os demais atributos e com a nota total. Já no Natural, apenas o atributo equilíbrio não apresentou correlações superiores a 0,8 com todos os demais atributos e com a nota total. Esse resultado é concordante com a avaliação anterior, uma vez que o corpo e o equilíbrio foram os atributos com menores variabilidades relativas nos respectivos processamentos. Ou seja, os genótipos que apresentaram notas superiores para os demais atributos e nota total, não apresentaram grandes diferenças para os atributos corpo no café despulpado e para equilíbrio no café natural. Esse resultado pode fortalecer ainda mais as hipóteses de que o corpo e o equilíbrio sejam atributos característicos dos cafés despulpado e natural, respectivamente associados a produção de cafés especiais no município de Araponga.

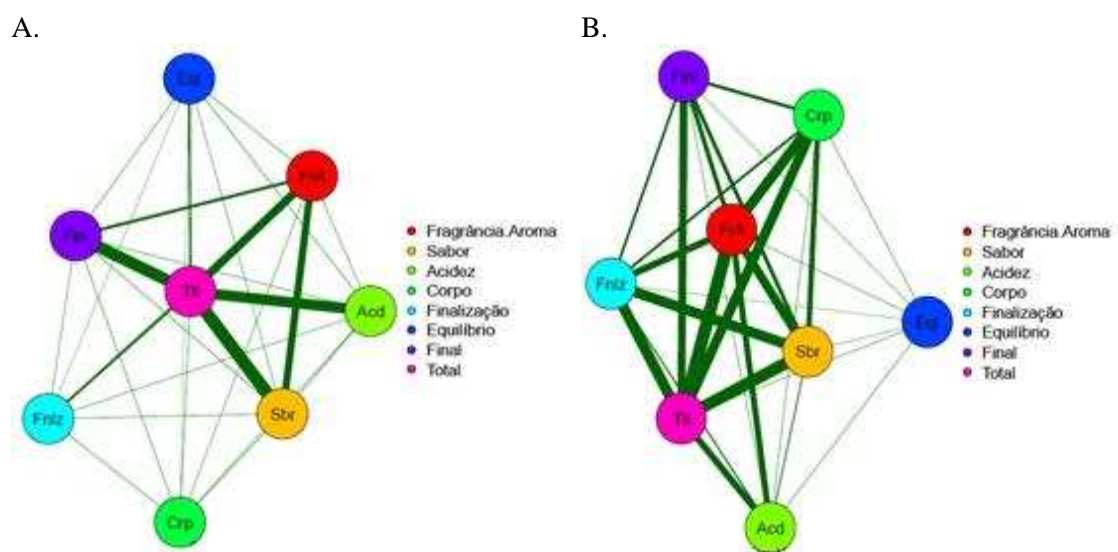
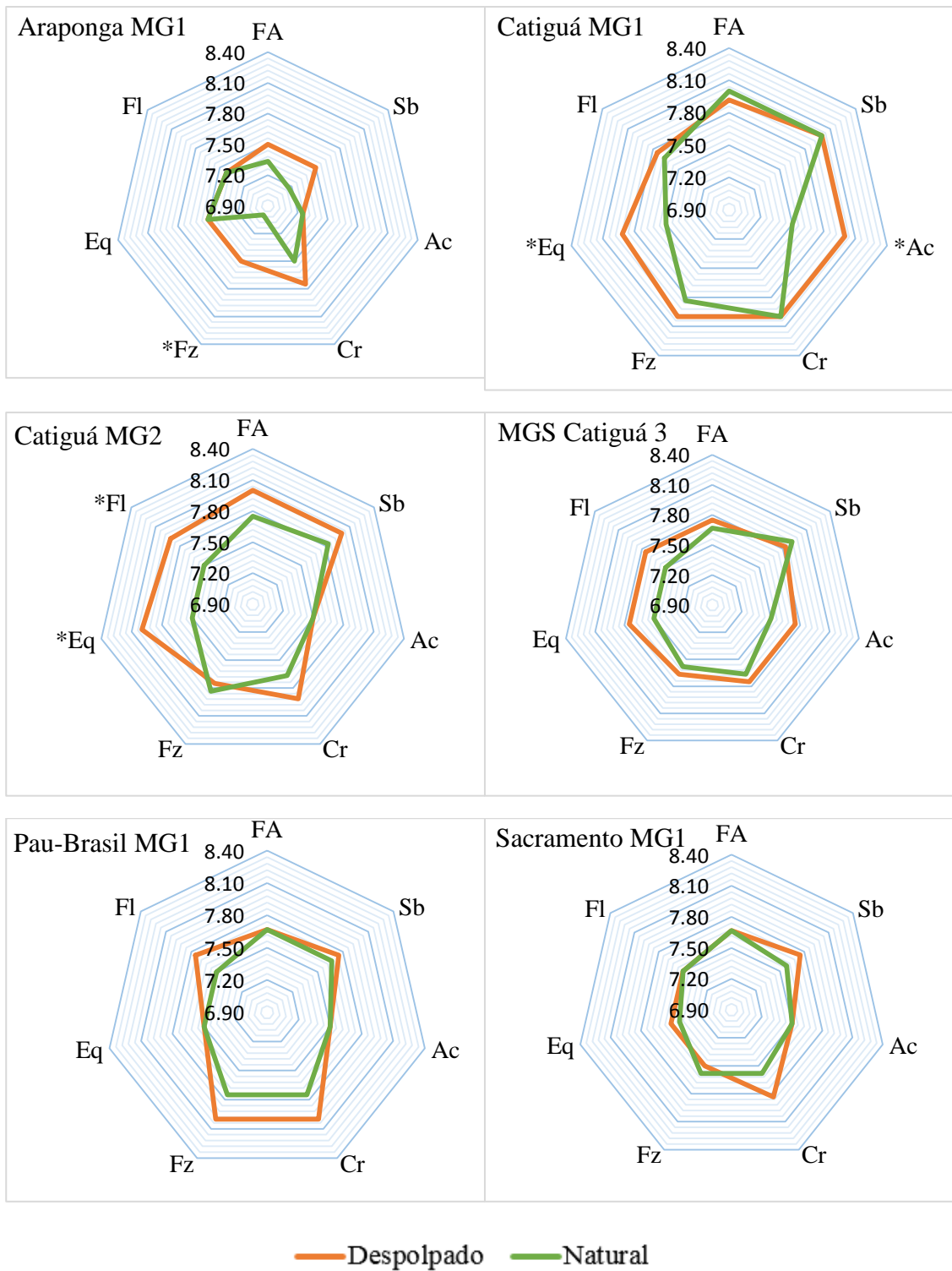


Figura 3. Rede de correlações fenotípicas entre atributos de qualidade sensorial em função do processamento via úmida (A) e do processamento via seca (B) dos genótipos avaliados no município de Araponga na região das Matas de Minas. As linhas verdes representam correlação positiva entre as variáveis. A espessura das linhas foi controlada aplicando um valor de corte igual a 0,8, onde apenas  $|r_{ij}| \geq 0,8$  tiveram suas linhas realçadas de forma proporcional a intensidade da correlação. Já as linhas finas apresentam correlações inferiores ao porto de corte de 0,8, sem nenhum realce que as distinguem.

Carvalho et al. (2016), ao avaliar 10 cultivares de *Coffea arabica* nos municípios de Lavras, Patrocínio e Turmalina, encontraram correlação mais elevadas entre o atributo corpo com a nota total, no entanto, a correlação ainda foi menor que 0,8. Por outro lado, de forma semelhante ao presente trabalho estes autores encontraram menores correlações entre os atributos corpo e acidez.

A fragrância/aroma foi o atributo com maior número de correlações elevadas, sendo no café despolpado as correlações acima de 0,8 com o sabor, final e nota total e no café natural com correlação abaixo de 0,8 apenas com a nota de equilíbrio (Figura 3).

Alguns genótipos apresentam maiores diferenças para notas de atributos quando submetidos ao processamento despolpado comparativamente ao natural, já outros, não foram influenciados de maneira tão expressiva. Na Figura 4 observa-se que os genótipos Araponga MG1, Catiguá MG1, Catiguá MG2, MGS Catiguá 3, Pau-Brasil MG1 e Sacramento MG1 apresentaram pouca ou nenhuma diferença das notas dos atributos entre os processamentos avaliados, no entanto, sempre que uma diferença foi observada esta era para a superioridade no café despolpado.



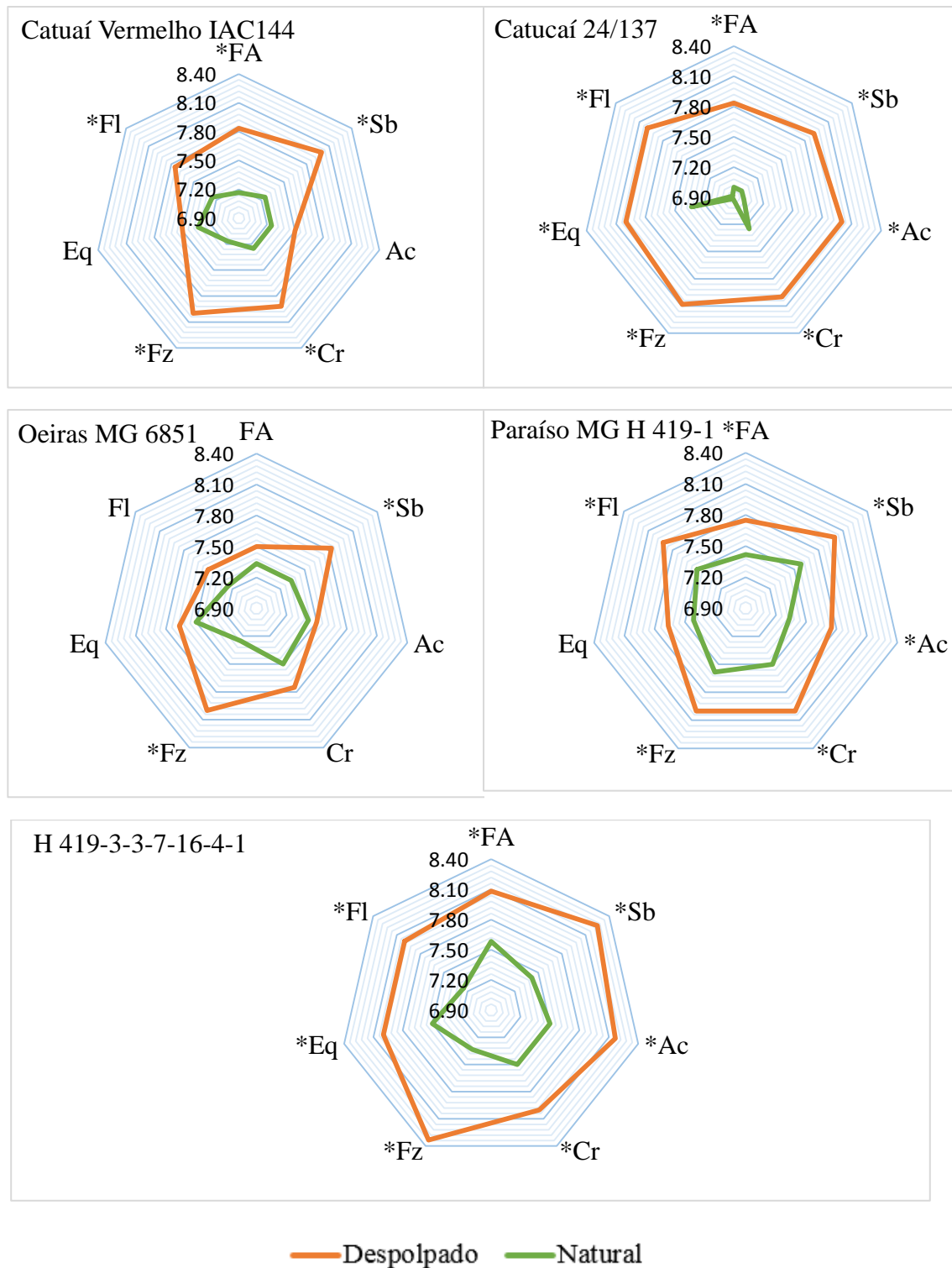
**Figura 4** – Perfil sensorial das cultivares de *Coffea arabica*, submetidos aos processamentos pós-colheita despoldado e natural, no município de Araponga – MG, Brasil, 2017.

\*A nota do atributo entre o processamento despoldado e natural difere estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Já na Figura 5, observa-se que os genótipos Catuaí Vermelho IAC144, Catuaí 24/137, Oeiras MG6851, Paraíso MGH419-1 e H 419-3-3-7-16-4-1 apresentam maior sensibilidade as diferentes formas de processamento. Os genótipos Catuaí 24/137 e H419-3-3-7-16-4-1, apresentaram notas significativamente superior para todos os atributos sensoriais quando despulpados, indicando uma elevada sensibilidade desses genótipos de acordo com o processamento por colheita adotado.

Com o processamento pós-colheita, os grãos podem sofrer danos internos, tais como a degradação de proteínas, podendo gerar bebidas com qualidades variáveis (Livramento et al., 2016). De acordo com Taveira et al. (2012) os cafés despulpados apresentam maior tolerância à secagem, revelada pela maior atividade de enzimas antioxidativas e pelo melhor desempenho fisiológico, do que os processados por via seca. E provável que alguns genótipos apresentam maior resistência a esses danos celulares e apresentando maior estabilidade para qualidade de bebida de acordo com o processamento. Assim, cuidados especiais devem ser tomados na recomendação de cultivares, sendo necessário levar em consideração o nível tecnológico adotado na propriedade.



**Figura 5** – Perfil sensorial das cultivares *Coffea arabica*, submetidos aos processamentos pós-colheita despolpado e natural, no município de Araponga – MG, Brasil, 2017.

\*A nota do atributo entre o processamento despolpado e natural difere estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## **Conclusões**

Os genótipos apresentam perfis sensoriais diferentes de acordo com a forma de processamento.

A região das Matas de Minas se caracterizou por proporcionar notas “muito boas” ou “excelentes” do atributo corpo quando os cafés são despulpados e do equilíbrio para os cafés naturais.

Devido à interação entre o perfil sensorial com a forma de processamento, as recomendações de genótipos de café devem ser realizadas levando em consideração o nível tecnológico utilizado na secagem dos grãos e assim maximizar o potencial para qualidade de bebida.

Os genótipos com maior potencial genético para cafés com perfil sensorial foram o H419-3-3-7-16-4-1, para café despulpado e o Catiguá MG1, para café natural no município de Araponga.

## **Agradecimentos:**

CAPES, FAPEMIG e CONSÓRCIO PESQUISA CAFÉ.

## **Referências**

BORÉM, F.M. Processamento do café. In: (Ed.). **Pós-Colheita do Café**. Lavras: Editora UFLA, 2008. p.127-158.

CARVALHO, A.M.; REZENDE, J.C.; REZENDE, T.T.; FERREIRA, A.D.; REZENDE, R.M.; MENDES, A.N.G.; CARVALHO, G.R. Relacionamento entre os atributos sensoriais e a qualidade do café em diferentes ambientes. **African Journal of Agricultural Research**, v.11, p.3607-3614, 2016.

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

COSTA, C.; BESSA, F. **Cafés Especiais do Brasil atendem às diferentes demandas mundiais** – Fevereiro, 2014. Disponível em: <<http://www.consorciopesquisacafe.com.br/index.php/imprensa/noticias>>. Acesso em: 23/01/2018.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. V. 1, 4. (Ed.). Viçosa: Editora UFV, 2012. 514p.

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

CRUZ, C.D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum**. v.38, n.4, p.547-552, 2016.

GAMONAL, L.E.; VALLEJOS-TORRES, G.; LOPEZ, L.A. Sensory analysis of four cultivars of coffee (*Coffea arabica* L.), grown at different altitudes in the San Martin region - Peru. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 47, p. 1678-4596, 2017.

LIMA, M.V.; VIEIRA, H.D.; MARTINS, M.L.; PEREIRA, S.F. Preparo do café despulpado, cereja descascado e natural na região sudoeste da Bahia. **Revista Ceres**, v.55, p.124-130, 2008.

LIVRAMENTO, K.G.; BORÉM, F.M.; JOSÉ, A.C.; SANTOS, A.V.; LIVRAMENTO, D.E.; ALVES, J.D.; PAIVA, L.V. Proteomic analysis of coffee grains exposed to different drying process. **Food Chemistry**. v. 221, p. 1874-1882, 2016.

- RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.) Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (**5ª Aproximação**). Viçosa, MG, MG: CFSEMG/UFV, 1999. P. 306-307.
- ROSADO, R. D. S.; ROSADO, L. D. S.; CREMASCO, J. P. G.; SANTOS, C. E. M. DOS; DIAS, D. C. F. DOS S.; CRUZ, C. D. Genetic divergence between passion fruit hybrids and reciprocals based on seedling emergence and vigor. **Journal of Seed Science**, 39(4), p. 417-425, 2017. <https://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v39n4183293>
- SAES, M.S.M. A distribuição de quase-renda e a estratégia de diferenciação no café. **Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba, v.11, p.151-171, 2007.
- SAKIYAMA, N.S.; MARTINEZ, H.E.P.; TOMAZ, M.A.; BORÉM, A. (Ed.), **Café arábica do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2015. 316p.
- SCAA, PROTOCOLS. Cupping Specialty Coffee. **Specialty Coffee Association of America - SCAA**. Published by the Specialty Coffee Association of America. Revised: December 16, 2015. Disponível em: <http://www.scaa.org/PDF/resources/cupping-protocols.pdf>. Acesso em: 31 novembro de 2017.
- SILVEIRA, A.S.; PINHEIRO, A.C.T., FERREIRA, W.P.M., SILVA, L.J., RUFINO, J.L.S., SAKIYAMA, N.S. Sensory analysis of specialty coffee from different environmental conditions in the region of Matas de Minas, Minas Gerais, Brazil. **Revista Ceres**, v.63, p.436-443, 2016.
- SINGH, D. The relative importance of characteres affecting genetic divergence. **The Indian Journal of Genetics and Plant Breeding**, v.41, p.237-245, 1981.
- Taveira, J. H. S., Rosa, S. D. V. F., Borém, F. M., Giomo, G. S., & Saath, R. Perfis proteicos e desempenho fisiológico de sementes de café submetidas a diferentes

métodos de processamento e secagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47(10), p. 1511–1517, 2012.

TEIXEIRA, M.M.; FILHO, A.F.L.; OLIVEIRA, M.V.M.; SILVA, F.A.P.; MOREIRA, R.M.G. Colheita e pós-colheita. In: **Café arábica do plantio à colheita**. Viçosa: Editora UFV, 2015, p.216-249.

## 7. CONCLUSÃO GERAL

Todos genótipos com resistência à ferrugem avaliados apresentam potencial para produção de cafés especiais de acordo com a metodologia SCAA (2015). Além disso, os resultados confirmam o potencial genético de cultivares com resistência à ferrugem, descendentes de Híbrido de Timor e Híbrido de Icatu, para a produção de cafés especiais.

O perfil sensorial é distinto em diferentes ambientes e forma de processamento pós colheita e essa informação devem ser levadas em consideração na recomendação de cultivares associadas ao marketing de cafés especiais.

Os genótipos que se destacaram com melhor qualidade para todos os atributos sensoriais no café despulpado foram a cultivar Catucaí 24/137 no município de Senhora de Oliveira e a progênie elite H 419-3-3-7-16-4-1 (desenvolvida pela EPAMIG em parceria com a UFV) no município de Araponga e no café natural a cultivar Catiguá MG1 no município de Araponga.

As correlações entre os atributos e destes com a nota total foram dependentes do ambiente e do processamento pós colheita. Os atributos fragrância/aroma, equilíbrio e finalização apresentam correlação superior a 0,8 com a nota total em todos os ambientes avaliados quando o café foi despulpado.

O cultivar Catucaí 24/137 quando despulpado, apresentou respostas superiores e com adaptabilidade geral alta para todos os atributos sensoriais e nota total, assim, com grande potencial para produção nos municípios de Paula Cândido, Senhora de Oliveira e Araponga.

O município de Araponga se caracterizou por proporcionar notas “muito boas” ou “excelentes” do atributo corpo quando os cafés são despulpados e notas “muito boas” ou “excelentes” para o equilíbrio para os cafés naturais.

## **8. CONSIDERAÇÕES GERAIS**

A principal contribuição científica deste trabalho refere-se à ampliação da base de conhecimento relacionada ao comportamento sensorial dos grãos de cultivares de café arábica resistentes à ferrugem, cultivadas na região das Matas de Minas. Os conhecimentos gerados a partir deste trabalho poderão ser aplicados para incrementar os retornos financeiros dos pequenos cafeicultores dessa região, pela agregação de valor aos cafés produzidos e, também, por causar menor impacto ao meio ambiente e redução nos custos de produção. Esse trabalho fornece ainda, respostas em relação à forma mais adequada de processamento para as diferentes cultivares avaliadas, a fim de obter cafés com perfis sensoriais distintos, com ênfase no sabor e aroma.

Alguns atributos sensoriais produzidos pelas cultivares avaliadas nos diferentes ambientes estão relacionados com o perfil sensorial e qualidade da bebida do café em função do processamento pós-colheita, o que significa um grande avanço tecnológico na busca por genótipos mais adequados para a produção de cafés especiais, com qualidade superior e com sabores e aromas diferenciados.

A execução deste trabalho, permitiu adquirir conhecimentos que permitem melhor entendimento das interferências que ocorrem na qualidade da bebida do café arábica, em função da constituição genética das diferentes cultivares, principalmente daquelas portadoras de genes de resistência à ferrugem. Esses conhecimentos podem fornecer subsídios para a escolha de cultivares mais apropriadas para a produção de cafés de qualidade superior e diferenciada e que possuem, também, resistência à ferrugem, tornando a atividade cafeeira dos produtores da região das Matas de Minas mais sustentável do ponto de vista ambiental e econômico.

Os resultados dessa pesquisa podem indicar o método mais adequado de processamento dos cafés produzidos por cada cultivar, nas condições de cultivo da região,



que geram produtos com perfis sensoriais superiores e diferenciados.

Além disso, os resultados obtidos nesses três experimentos podem também servir como multiplicadores, no sentido de outros produtores da região e de outros locais optarem pelo plantio das novas cultivares resistentes à ferrugem, com incentivos no investimento em técnicas de processamento pós-colheita, que possam agregar valor ao seu produto, com melhores retornos financeiros com a atividade cafeeira.

## 9. ANEXOS

**Tabela 1** – Notas de atributos sensoriais de cafés de genótipos de *Coffea arabica* submetidos ao processamento via úmida (despolpado), avaliadas no município de Paula Cândido na região das Matas de Minas, em Minas Gerais, 2016

<b>Cultivar/Progênie</b>	<b>Fragrância/Aroma</b>		<b>Sabor</b>		<b>Acidez</b>		<b>Corpo</b>		<b>Finalização</b>		<b>Equilíbrio</b>		<b>Final</b>		<b>Total</b>	
<b>Araponga MG1</b>	7.58	a	7.75	a	7.58	a	8.00	a	7.75	ab	7.50	ab	7.50	b	83.67	abc
<b>Catiguá MG1</b>	7.50	a	7.92	a	7.58	a	7.75	a	7.75	ab	7.50	ab	7.50	b	82.50	c
<b>Catiguá MG2</b>	7.75	a	7.67	a	7.42	a	7.75	a	7.58	b	7.33	b	7.42	b	82.92	bc
<b>MGS Catiguá 3</b>	7.75	a	7.83	a	7.50	a	8.00	a	7.83	ab	7.50	ab	7.50	b	83.92	abc
<b>Catuai Vermelho IAC 144</b>	7.75	a	7.75	a	7.50	a	8.00	a	7.67	ab	7.50	ab	7.67	ab	83.83	abc
<b>Catucaí 24/137</b>	7.92	a	8.08	a	7.75	a	8.00	a	8.17	a	7.75	ab	7.75	ab	85.42	ab
<b>Oeiras MG 6851</b>	7.92	a	8.00	a	7.50	a	8.00	a	8.00	ab	7.50	ab	7.58	ab	84.50	abc
<b>Paraíso MG H 419-1</b>	8.00	a	8.00	a	7.50	a	8.00	a	8.00	ab	7.50	ab	7.75	ab	84.75	abc
<b>Pau-Brasil MG1</b>	7.92	a	8.08	a	7.83	a	8.00	a	8.00	ab	7.92	a	8.00	a	85.75	a
<b>Sacramento MG1</b>	7.75	a	7.75	a	7.58	a	7.92	a	8.00	ab	7.50	ab	7.58	ab	84.08	abc
<b>H 419-3-3-7-16-4-1</b>	7.83	a	8.00	a	7.50	a	8.00	a	7.83	ab	7.83	a	7.67	ab	84.67	abc

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não se diferenciam pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 2** - Notas de atributos sensoriais de cafés de genótipos de *Coffea arabica* submetidos ao processamento via úmida (despolpado), avaliadas no município de Senhora de Oliveira na região das Matas de Minas, em Minas Gerais, 2016

<b>Cultivar/Progênie</b>	<b>Fragrância/Aroma</b>		<b>Sabor</b>		<b>Acidez</b>		<b>Corpo</b>		<b>Finalização</b>		<b>Equilíbrio</b>		<b>Final</b>		<b>Total</b>	
<b>Araponga MG1</b>	7.67	ab	7.75	bc	7.50	bc	7.67	ab	7.67	bcd	7.58	abc	7.50	bc	83.33	Cd
<b>Catiguá MG1</b>	7.75	ab	7.75	bc	7.50	bc	8.00	a	7.75	abcd	7.50	bc	7.75	ab	84.00	bc
<b>Catiguá MG2</b>	7.92	a	8.00	ab	7.83	ab	8.00	a	8.17	ab	7.75	ab	7.83	ab	85.50	abc
<b>MGS Catiguá 3</b>	8.00	a	8.17	ab	7.92	ab	8.00	a	8.08	abc	7.83	ab	7.92	ab	85.92	ab
<b>Catuai Vermelho IAC 144</b>	7.83	a	8.00	ab	7.50	bc	8.00	a	7.58	cd	7.50	bc	7.50	bc	83.92	bc
<b>Catucaí 24/137</b>	8.08	a	8.42	a	8.08	a	8.00	a	8.25	a	8.00	a	8.00	a	86.83	a
<b>Oeiras MG 6851</b>	7.75	ab	8.00	ab	7.75	ab	8.00	a	8.17	ab	7.92	ab	8.00	a	85.58	abc
<b>Paraíso MG H 419-1</b>	7.83	a	7.92	abc	7.58	bc	7.92	a	7.83	abc	7.83	ab	7.83	ab	84.75	abc
<b>Pau-Brasil MG1</b>	7.83	a	8.25	ab	8.08	a	8.00	a	7.92	abc	7.92	ab	7.92	ab	85.92	ab
<b>Sacramento MG1</b>	7.25	b	7.42	c	7.25	c	7.50	b	7.25	d	7.25	c	7.17	c	81.08	d
<b>H 419-3-3-7-16-4-1</b>	7.75	ab	7.83	bc	7.83	ab	8.00	a	7.83	abc	7.67	abc	7.75	ab	84.67	abc

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não se diferenciam pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 3** - Notas de atributos sensoriais de cafés de genótipos de *Coffea arabica* submetidos ao processamento via úmida (despolpado), avaliadas no município de Araponga na região das Matas de Minas, em Minas Gerais, 2016

<b>Cultivar/Progênie</b>	<b>Fragrância/Aroma</b>		<b>Sabor</b>		<b>Acidez</b>		<b>Corpo</b>		<b>Finalização</b>		<b>Equilíbrio</b>		<b>Final</b>		<b>Total</b>	
<b>Araponga MG1</b>	7.50	b	7.50	b	7.25	c	7.75	a	7.50	c	7.50	b	7.42	c	82.42	d
<b>Catiguá MG1</b>	7.92	ab	8.00	ab	8.00	a	8.00	a	8.00	abc	7.92	ab	7.75	abc	85.58	abc
<b>Catiguá MG2</b>	8.00	ab	8.00	ab	7.50	bc	7.92	a	7.75	bc	8.00	a	7.92	ab	85.08	abc
<b>MGS Catiguá 3</b>	7.75	ab	7.83	ab	7.75	ab	7.75	a	7.67	bc	7.75	ab	7.75	abc	84.25	bcd
<b>Catuai Vermelho IAC 144</b>	7.83	ab	8.00	ab	7.50	bc	7.92	a	8.00	abc	7.50	b	7.75	abc	84.50	abcd
<b>Catucaí 24/137</b>	7.83	ab	7.92	ab	8.00	a	8.00	a	8.08	ab	8.00	a	8.00	a	85.83	ab
<b>Oeiras MG 6851</b>	7.50	b	7.83	ab	7.50	bc	7.75	a	8.00	abc	7.67	ab	7.50	bc	83.75	bcd
<b>Paraíso MG H 419-1</b>	7.75	ab	8.00	ab	7.75	ab	8.00	a	8.00	abc	7.67	ab	7.92	ab	85.08	abc
<b>Pau-Brasil MG1</b>	7.67	ab	7.75	ab	7.50	bc	8.00	a	8.00	abc	7.50	b	7.75	abc	84.17	bcd
<b>Sacramento MG1</b>	7.67	ab	7.75	ab	7.50	bc	7.83	a	7.50	c	7.50	b	7.50	bc	83.25	cd
<b>H 419-3-3-7-16-4-1</b>	8.08	a	8.25	a	8.17	a	8.00	a	8.33	a	8.00	a	8.00	a	86.83	a

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não se diferenciam pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 4** - Notas de atributos sensoriais de cafés de genótipos de *Coffea arabica* submetidos ao processamento via úmida (Café despulpado) e via seca (Café natural), avaliadas no município de Araponga na região das Matas de Minas, em Minas Gerais, 2016

Cultivar/Progenie	Atributos sensoriais															
	Fragrancia/Aroma		Sabor		Acidez		Corpo									
	Despulpado	Natural	Despulpado	Natural	Despulpado	Natural	Despulpado	Natural								
<b>Araponga MG1</b>	7.50	bA	7.33	bA	7.50	aA	7.17	cA	7.25	cA	7.25	bA	7.75	aA	7.50	bA
<b>Catiguá MG1</b>	7.92	aA	8.00	aA	8.00	aA	8.00	aA	8.00	aA	7.50	aB	8.00	aA	8.00	aA
<b>Catiguá MG2</b>	8.00	aA	7.75	aA	8.00	aA	7.83	aA	7.50	cA	7.50	aA	7.92	aA	7.67	aA
<b>MGS Catiguá 3</b>	7.75	bA	7.67	aA	7.83	aA	7.92	aA	7.75	bA	7.50	aA	7.75	aA	7.67	aA
<b>Catuaí Vermelho IAC 144</b>	7.83	aA	7.17	cB	8.00	aA	7.25	cB	7.50	cA	7.25	bA	7.92	aA	7.25	bB
<b>Catuaí 24/137</b>	7.83	aA	7.00	cB	7.92	aA	7.00	cB	8.00	aA	7.00	bB	8.00	aA	7.25	bB
<b>Oeiras MG 6851</b>	7.50	bA	7.33	bA	7.83	aA	7.33	cB	7.50	cA	7.42	aA	7.75	aA	7.50	bA
<b>Paraíso MG H 419-1</b>	7.75	bA	7.42	bB	8.00	aA	7.58	bB	7.75	bA	7.33	bB	8.00	aA	7.50	bB
<b>Pau-Brasil MG1</b>	7.67	bA	7.67	aA	7.75	aA	7.67	bA	7.50	cA	7.50	aA	8.00	aA	7.75	aA
<b>Sacramento MG1</b>	7.67	bA	7.67	aA	7.75	aA	7.58	bA	7.50	cA	7.50	aA	7.83	aA	7.58	bA
<b>H 419-3-3-7-16-4-1</b>	8.08	aA	7.58	aB	8.25	aA	7.42	cB	8.17	aA	7.50	aB	8.00	aA	7.50	bB
	Finalização		Equilíbrio		Final		Total									
	Despulpado	Natural	Despulpado	Natural	Despulpado	Natural	Despulpado	Natural								
<b>Araponga MG1</b>	7.50	bA	7.00	bB	7.50	bA	7.50	aA	7.42	bA	7.42	aA	82.42	bA	81.17	bA
<b>Catiguá MG1</b>	8.00	aA	7.83	aA	7.92	aA	7.50	aB	7.75	aA	7.67	aA	85.58	aA	84.50	aA
<b>Catiguá MG2</b>	7.75	bA	7.83	aA	8.00	aA	7.50	aB	7.92	aA	7.50	aB	85.08	aA	83.58	aA
<b>MGS Catiguá 3</b>	7.67	bA	7.58	aA	7.75	bA	7.50	aA	7.75	aA	7.50	aA	84.25	bA	83.33	aA
<b>Catuaí Vermelho IAC 144</b>	8.00	aA	7.17	bB	7.50	bA	7.33	aA	7.75	aA	7.25	bB	84.50	bA	80.67	bB
<b>Catuaí 24/137</b>	8.08	aA	6.92	bB	8.00	aA	7.33	aB	8.00	aA	6.92	cB	85.83	aA	79.42	bB
<b>Oeiras MG 6851</b>	8.00	aA	7.25	bB	7.67	bA	7.50	aA	7.50	bA	7.25	bA	83.75	bA	81.58	bB
<b>Paraíso MG H 419-1</b>	8.00	aA	7.58	aB	7.67	bA	7.42	aA	7.92	aA	7.50	aB	85.08	aA	82.33	aB
<b>Pau-Brasil MG1</b>	8.00	aA	7.75	aA	7.50	bA	7.50	aA	7.75	aA	7.50	aA	84.17	bA	83.33	aA
<b>Sacramento MG1</b>	7.50	bA	7.58	aA	7.50	bA	7.42	aA	7.50	bA	7.50	aA	83.25	bA	82.83	aA
<b>H 419-3-3-7-16-4-1</b>	8.33	aA	7.33	bB	8.00	aA	7.50	aB	8.00	aA	7.25	bB	86.83	aA	82.08	aB

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não se diferenciam pelo teste de Scoot-Knott e médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha por atributo sensorial, não de diferencia pelo teste de Tukey, ambos a 5% de probabilidade.