

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE GENÓTIPOS DE *COFFEA ARABICA* POR VIA ÚMIDA E VIA SECA¹

Cyntia Meiry da Silva Machado²; Fábio Luiz Partelli³; Adésio Ferreira⁴; Patrícia Fontes Pinheiro⁵; Aymbiré Francisco Almeida da Fonseca⁶; Maria Amélia Gava Ferrão⁷; Lindomar de Souza Machado⁸, Elaine Maneli Riva-Souza⁹.

¹Trabalho financiado pelo Fundação de Amparo a Pesquisa do Espírito Santo – Fapes

² Pesquisadora, DSc, Ufes, Alegre – ES, cyntiameiry@gmail.com

³ Professor, DSc, Ufes, São Mateus - ES, partelli@yahoo.com.br

⁴ Professor, DSc, Ufes, Alegre - ES, adesioferreira@gmail.com

⁵ Professora, DSc, Ufes, Alegre - ES, patriciafontespinheiro@yahoo.com.br

⁶ Pesquisador, DSc, Embrapa Café, Vitória – ES, aymbire.fonseca@embrapa.br

⁷ Pesquisadora, DSc, Embrapa Café, Vitória – ES, maria.ferrao@embrapa.br

⁸ Pesquisador, DSc, Ufes, Alegre - ES, lindomarsm@gmail.com

⁹ Pesquisadora, DSc, Incaper, Venda Nova do Imigrante – ES, manelli@incaper.es.gov.br

RESUMO: A identificação de genótipos de *Coffea arabica* L. que apresentem simultaneamente características agrônomicas de interesse como produtividade, resistência a estresses bióticos ou abióticos, e com uma caracterização físico-químicas conhecida, tornam-se necessários para busca da sustentabilidade da cafeicultura. Desta forma, este trabalho teve como objetivo caracterizar 40 genótipos de *C. arabica* em geração F6/F7 genótipos oriundos de cruzamentos envolvendo genitores comerciais (“Catuaí”, “Caturra”) com diferentes fontes de (“Híbrido de Timor”, “Vila Sarchi”, “Icatú”), desta forma, os parentais apresentam diferentes fontes de resistência a ferrugem do cafeeiro. Observou-se, variabilidade dos genótipos analisados de acordo com as variáveis físico-químicas.

PALAVRAS-CHAVE: cafeicultura, caracterização físico-química, caracterização de compostos bioativos, variabilidade, interação.

PHYSIOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF GENOTYPES OF *COFFEA ARABICA* BY WET PROCESSING AND DRY PROCESSING

ABSTRACT: The identification of *Coffea arabica* L. genotypes that simultaneously present agronomic characteristics of interest such as productivity, resistance to biotic or abiotic stresses, and with a known physicochemical characterization, are necessary to search for the sustainability of coffee cultivation. Accordingly, this work aimed characterize 40 genotypes of *C. arabica* in the F6 / F7 generation genotypes from crosses involving commercial breeders (“Catuaí”, “Caturra”) with different sources of (“Hybrid of Timor”, “Vila Sarchi”, “Icatú”), thus, the parents have different sources of resistance to coffee rust. It was observed variability of genotypes analyzed according to physicochemical variables.

KEY WORDS: coffee cultivation, physico-chemical characterization, characterization of bioactive compounds, variability, interaction.

INTRODUÇÃO

Ao contrário de outras *commodities*, o preço do café é formulado pela qualidade final do grão, principalmente pelos países importadores do produto, sendo assim, pesquisas sobre a cultura não podem se limitar somente na busca pelo aumento da produção, mas pela procura por genótipos que respondam a qualidade do grão.

O desafio, portanto, para os programas de melhoramento, é desenvolver cultivares que respondam a essas características agrônomicas e a padrões de qualidade. No processo de melhoramento, o Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar) realizou cruzamentos entre *Coffea arabica* ‘Villa Sarchi’ e o ‘Híbrido de Timor’ (Sarchimor) visando a obtenção de cultivares resistentes a ferrugem (KITZBERGER *et al.*, 2013). Outros cruzamentos foram realizados pelo Iapar, com o Catuaí, visando a redução do porte da planta e o Obatã, esse por sua vez além da elevada resistência a ferrugem, possui maturação tardia e alta produtividade.

Diversos estudos têm relacionado as diferenças na composição físico-química do café com o ambiente de produção, colheita e pós-colheita, fatores agrônômicos e edafoclimáticos (altitude, temperatura, demanda hídrica, tipos e níveis de adubação) (CLEMENTE *et al.*, 2014). Além da origem genética e diversidade genética da espécie *C. arabica*, estudos realizados demonstram que tais fatores são um dos possíveis determinantes na formação química do grão (SCHOLZ *et al.*, 2011).

Contudo, poucos são os relatos que associam estas diferenças à variabilidade genética (espécie e cultivar) dos cafés. O conhecimento acerca do perfil químico através da composição dos grãos permitirá melhor aproveitamento da diversidade genética do *C. arabica*, ampliando a exportação do grão para mercados exigentes em qualidade,

consequentemente mais competitivos. No café são encontrados, mais de 700 compostos que são responsáveis por essa fração volátil, muitos destes compostos, apesar da pequena quantidade encontrada no grão verde, desempenham um papel enorme na formação de aroma e sabor do café. (JESZKA-SKOWRON *et al.*, 2016). Tais componentes como cafeína, trigonelina e ácidos clorogênicos, são geneticamente controlados e podem ser selecionados para melhorar a qualidade da bebida e resposta ao estresse ambiental (JÖET *et al.* 2010).

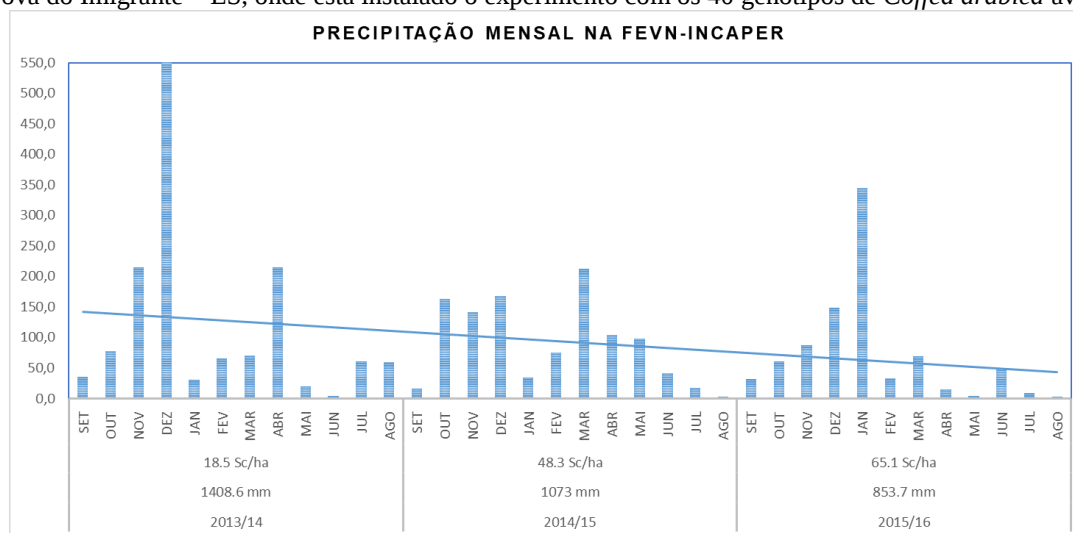
Diante da necessidade de maiores estudos quanto à relevância entre os genótipos e a caracterização físico-química dos grãos, este trabalho foi realizado com 40 genótipos elites de *C. arabica* em diferentes formas de processamento e anos.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudados 40 genótipos elites de café arábica do programa de melhoramento genético do Incaper em avaliação na Fazenda Experimental de Venda Nova (FEVN). Os tratamentos 01 (Obatã, pertencente à população de Sarchimor, sendo resultado do cruzamento artificial entre o cultivar Vila Sarchi CIFC 971/10 e o Híbrido de Timor CIFC 832/2) e 40 (Catuaí Vermelho IAC 44, hibridização artificial de Caturra Amarelo IAC 476-11 com Mundo Novo IAC 374-19) são testemunhas locais e os de números 02 a 39 são progênies F6/F7 oriundos de cruzamentos envolvendo genitores comerciais ('Catuaí', 'Caturra') com diferentes fontes de resistência a ferrugem, como 'Híbrido de Timor', 'Vila Sarchi' e 'Icatú'.

O Experimento com os 40 materiais genéticos foi implantado na Fazenda Experimental de Venda Nova, a 720 m de altitude, em 22 de março de 2011, no delineamento de blocos casualizados com três repetições, 16 plantas por parcela e no espaçamento de 2,2 x 0,8 m, que equivale a densidade de 5681/ha plantas.

Figura 1 - Precipitação mensal dos anos agrícolas 2013/14, 2014/15 e 2015/16 registrados na fazenda experimental de Venda Nova do Imigrante – ES, onde está instalado o experimento com os 40 genótipos de *Coffea arabica* avaliados.



Fonte: O autor, 2019.

As adubações de plantio, de formação e de coberturas foram realizadas com base nos resultados da análise de solo e recomendação técnica (FERRÃO *et al.*, 2008). Realizou-se os tratos culturais na linha com base nas necessidades da cultura e nas entre linhas com alternância de roçadas e controle químico. O experimento foi conduzido sem irrigação e sem controle de doenças. No período de formação, foi realizado controle químico de bicho mineiro.

As amostras de café deste estudo são oriundas da segunda e terceira colheita do experimento que correspondem as safras 2014/2015 e 2015/2016, respectivamente. Todas as amostras de grãos crus de café foram colhidas, preparadas e processadas na FEVN.

Os frutos de café maduros, colhidos seletivamente, foram processados por via seca e via úmida. No processamento via seca, que resulta nos cafés naturais, quatro litros dos frutos foram lavados e selecionados manualmente, para garantir a uniformidade da amostra em relação ao estágio de maturação, foram separados os grãos verdes dos cerejas.

Concomitantemente, realizou a colheita de oito litros de café e realizou o processamento do café via úmida, os frutos foram lavados e descascados mecanicamente, durante esse processo o fruto cereja perde facilmente a casa sendo denominado Cereja Descascado (CD).

As amostras dos 40 genótipos dos dois tipos de processamento foram secas em terreiro suspenso e coberto e, rigorosamente monitoradas tecnicamente para não ocorrer misturas. Quando atingiram 11,5%, foram armazenadas adequadamente no laboratório de pós-colheita da FEVN até o beneficiamento.

Após beneficiamento, 400 gramas das amostras de cafés dos 40 genótipos processados via seca e CD (total de 80 amostras) foram enviadas para o Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da UFES, para a realização das análises físico-químicas, as quais foram realizadas nos laboratórios de Química, Biotecnologia e de Melhoramento de Plantas.

As determinações foram realizadas em três repetições e todos os resultados foram expressos em base seca.

Para as análises de potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável total (ATT), as amostras de grãos crus (beneficiados), foram moídas em moinho elétrico de facas do tipo Willye TE-650, da marca Tecnal, em granulometria fina (20 mesh), embalados separadamente em embalagens de polietileno, selados e armazenadas até o momento da realização das análises.

Para análise de pH foram mensurados 5 g da amostra de café moído e adicionado 50 mL de água destilada, agitando-se por 60 minutos em mesa agitadora orbital MA376 da marca Marconi a 150 rpm. Em seguida, foi realizada a leitura em potenciômetro, à temperatura ambiente (IAL, 2008). A acidez titulável total foi realizada a partir do mesmo extrato da análise de pH com auxílio do potenciômetro. Foram retiradas uma alíquota de 2ml do sobrenadante posteriormente adicionadas 50 mL de água destilada, acrescidos de 2 a 3 gotas de fenolftaleína e feita uma titulação com NaOH 0,1N até pH 8,2 (ponto de viragem da fenolftaleína), sob temperatura ambiente. Os resultados foram expressos em mL de NaOH 0,1N por 100g de amostra (IAL, 2008).

As análises de condutividade elétrica (CE), nos grãos crus de café foram realizadas adaptando-se a metodologia proposta por Vieira e Krzyzanowski (1999). Foram separados 50 grãos de café sem defeitos visíveis, e as massas aferidas (precisão de 0,001g). Subsequentemente, estas amostras foram imersas em 75 mL de água deionizada no interior de copos plásticos de 180 mL de capacidade. Após um período de 5 horas de embebição, as soluções foram filtradas para a retirada total dos grãos de café sendo vertidas para outro recipiente, onde foi realizada a leitura da condutividade elétrica em condutivímetro da marca Digimed. Os resultados foram expressos em $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ de amostra. Após a leitura da condutividade elétrica (CE), as soluções foram diluídas em alíquotas de 20 ml e submetidas à determinação da quantidade de potássio lixiviado (LK) (PRETE, 1995). A leitura foi feita em fotômetro de chama DM-62 da marca Digimed. Com os dados obtidos, foram calculadas a concentração de potássio lixiviado, e os resultados expressos em ppm.

Para a determinação dos teores de ácido clorogênico (5-CQA), trigonelina e cafeína, foram utilizados os procedimentos de extração com água quente, segundo Vitorino *et al.* (2001), com 0,5 g de café cru com 100 mL de água de osmose reversa (80°C) agitados por 10 minutos, após esse tempo a amostra é filtrada com papel de filtro qualitativos e posteriormente filtradas com filtro para seringa de 0,45 micra.

A determinação foi realizada por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) (ABRAHÃO *et al.*, 2008), com cromatógrafo da marca Shimadzu (modelo Prominence), coluna de fase reversa C-18 Slim-pack VP-ODS Shimadzu (250 mm de comprimento x 4,6 mm DI). A detecção foi realizada com um detector espectrofotométrico UV/visível Shimadzu (modelo SPD-20A), conectado por interface (CBM-20A) a um microcomputador para processamento de dados. As condições de análise utilizadas foram: fluxo de 1 mL/ min; fase móvel: metanol, água e ácido acético (20:79,9:0,1); temperatura da coluna 40°C e comprimento de onda de 272 nm.

A identificação da cafeína (CAF), trigonelina (TRIG) e 5-CQA (ACCLO), foi realizada comparando o tempo de retenção e os espectros da matriz, que foi obtido com a utilização de um método padrão externo utilizado para determinar o teor de cada composto. Foi feita uma reta de calibração obtida a partir das áreas dos picos dos cromatogramas a 272 nm em função de concentrações conhecidas de soluções padrão de ácido clorogênico (ácido 5-cafeoilquínico), trigonelina (Cloridrato de 1-metilpiridínio-3-carboxilato) e cafeína (1,2,7-trimetilxantina), adquiridos da Sigma-Aldrich. Os resultados foram expressos em gramas (g) do composto por 100g de café moído em base seca.

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos ao acaso, com três repetições e todos os resultados foram expressos em base seca, em esquema fatorial, sendo os fatores genótipos, processamento, sendo todos efeitos adotados como fixos e anos aleatórios.

Com os dados obtidos, foram submetidos à análise de variância conjunta, quando significativos ($P < 0,01$ ou $P < 0,05$) pelo teste de Fisher, foram utilizados o teste de comparação de médias de Tukey e o de agrupamento de médias de Skott e Knott, ambos a 5% de significância. Para a determinação das análises, foram utilizados programas computacionais Genes (CRUZ, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os genótipos estudados indicaram a existência de variabilidade genética as variáveis físico-químicas analisadas (Tabela 1), o que é uma hipótese favorável para a realização de futuros programas melhoramento das características.

Efeitos significativos ($P < 0,05$) entre os genótipos, anos e processamentos, foram verificados apresentando interação significativa entre os fatores para todas as variáveis analisadas, com interações do tipo complexa entre os fatores (Tabela 1). O experimento obteve precisão, as variáveis exibiram coeficientes de variação experimental (CV%) menor a 7%.

A interação entre Genótipos x Anos x Processamentos (GxAxP) para todas as variáveis é um indicativo de comportamento diferenciado entre os diferentes materiais genéticos avaliados, recomendando a necessidade nas avaliações temporais e nas estratificações dos ambientes em futuros estudos de adaptabilidade e estabilidade. No desdobramento da interação temporal e regional ($\text{ITR}_{\text{G} \times \text{A}}$) (adaptado para processamento dos caracteres), verificou-se os seguintes coeficientes de determinação médio para as variáveis analisadas: ATT 31%; CE 18,7%; LK 31,3%; pH 21%, TRIG 28,4%, ACCLO 19,3% e CAF 25,7% (Tabela 1).

Tabela 1 – Quadrados médios da análise de variância conjunta dos caracteres físico-químicos avaliados de grão crus de 40 genótipos de *Coffea arabica*, em duas formas de processamento de dois anos de colheita

FV	GL	ATT	CE	LK	pH	TRIG	ACCLO	CAF
(B/P)/A	8	13,33	293,08	27,49	0,001	0,005	0,011	0,001
Genótipo (G)	39	710**	14165**	2880**	0,03**	0,176**	4,078**	0,090**
Anos (A)	1	71757**	247344*	11498**	1,16**	10,13**	412,6**	3,55**
Processamento (P)	1	12100**	1678**	13078**	0,46**	10,06**	0,411**	0,675**
G x A	39	441,48**	4005**	626**	0,01**	0,111**	2,69**	0,044**
G x P	39	372,60**	1737**	478**	0,01**	0,166**	0,818**	0,028**
A x P	1	76,78*	62954**	45343**	0,63**	7,37**	1,132**	0,004
G x A x P	39	366,46**	1321**	503**	0,008**	0,110**	0,840**	0,025**
Resíduo	312	30,37	99,45	19,32	0,002	,005	0,076	0,006
Média		161,06	222,37	88,63	5,73	1,186	4,736	1,162
CV(%)		3,42	4,48	4,95	0,78	6,156	5,851	6,693
IT _{G x A} (R ² %)		37,4	56,7	38,9	40,6	28,7	61,9	45,2
IR _{G x P} (R ² %)		31,5	24,6	29,7	38,3	42,8	18,8	29,1
ITR _{G x A} (R ² %)		31,0	18,7	31,3	21	28,4	19,3	25,7

** e * significativo a 1% e 5% pelo teste F; CV (%): coeficiente de variação experimental; GL: graus de liberdade; ATT: acidez titulável total; CE: condutividade elétrica; LK: lixiviação de potássio; pH: potencial hidrogeniônico; TRIG: trigonelina; ACCLO: ácido clorogênico; CAF: cafeína; IT: interação temporal GxA; IR: interação regional (Processamentos) GxR; ITR: interação temporal e regional GxAxP.

Programas de melhoramento devem visar a diminuição da interação temporal e regional, desta forma é possível obter fenótipos mais estáveis frente as variações ambientais (MARTINS *et al.*, 2017), acarretando maior segurança aos produtores rurais com parâmetros de interesses menos variáveis.

Simultaneamente, genótipos que apresentem reações interessantes para a ITR_{GxA} específicas em anos e genótipos diferentes podem ser encontrados para aproveitamento em programa de melhoramento geral. Esses valores de ITR_{G x A} foram em partes potencializadas pelas condições climáticas encontradas nos anos agrícolas apresentados anteriormente na metodologia do experimento.

Portanto foi possível as plantas investirem para o ano seguinte em crescimento vegetativo e produção, sendo assim confirmado em 2014/15, a produtividade média chegou a 48,3 sc/ha⁻¹, entretanto, o regime de chuvas observado no período foi menor ao ano agrícola anterior, sendo de 1073 mm, desta forma proporcionando condições estressantes as plantas, havendo em última instancia menos energia disponível para safra seguinte.

Contudo, em 2015/16, houve acréscimo a produtividade média do experimento, sendo de 65,1 sc/ha⁻¹ em condições menor disponibilidade hídrica no período, sendo de 853,7mm, diante deste cenário de aumento da produtividade média, houve como consequência menor peneira de grãos devido ao déficit hídrico. Diante deste cenário, particularidades foram observadas no estudo detalhado das variáveis físico-químicas.

No intuito de melhor visualização do comportamento de cada genótipo diante as variações dos ambientes (processamentos), foram plotados uma Fig. com 7 gráficos com os valores observados nas variáveis físico-químicas analisadas, assim como o valor médio geral de cada genótipo (Figura 2).

Os genótipos 3, 6, 4, 5, 17, 32, 16, 22, 11, 7, 8, 13, 14, 10, 2, 20, 31, 19, 24 e 15 obtiveram os menores valores de ATT a mediana de todos os genótipos analisados, destes, com exceção aos genótipos 3, 5, 17, 16 e 15 que apresentaram CV entre 8 e 13%, os demais apresentaram variação de menos que 5% entre os valores verificados nos diferentes processamentos (Figura 2).

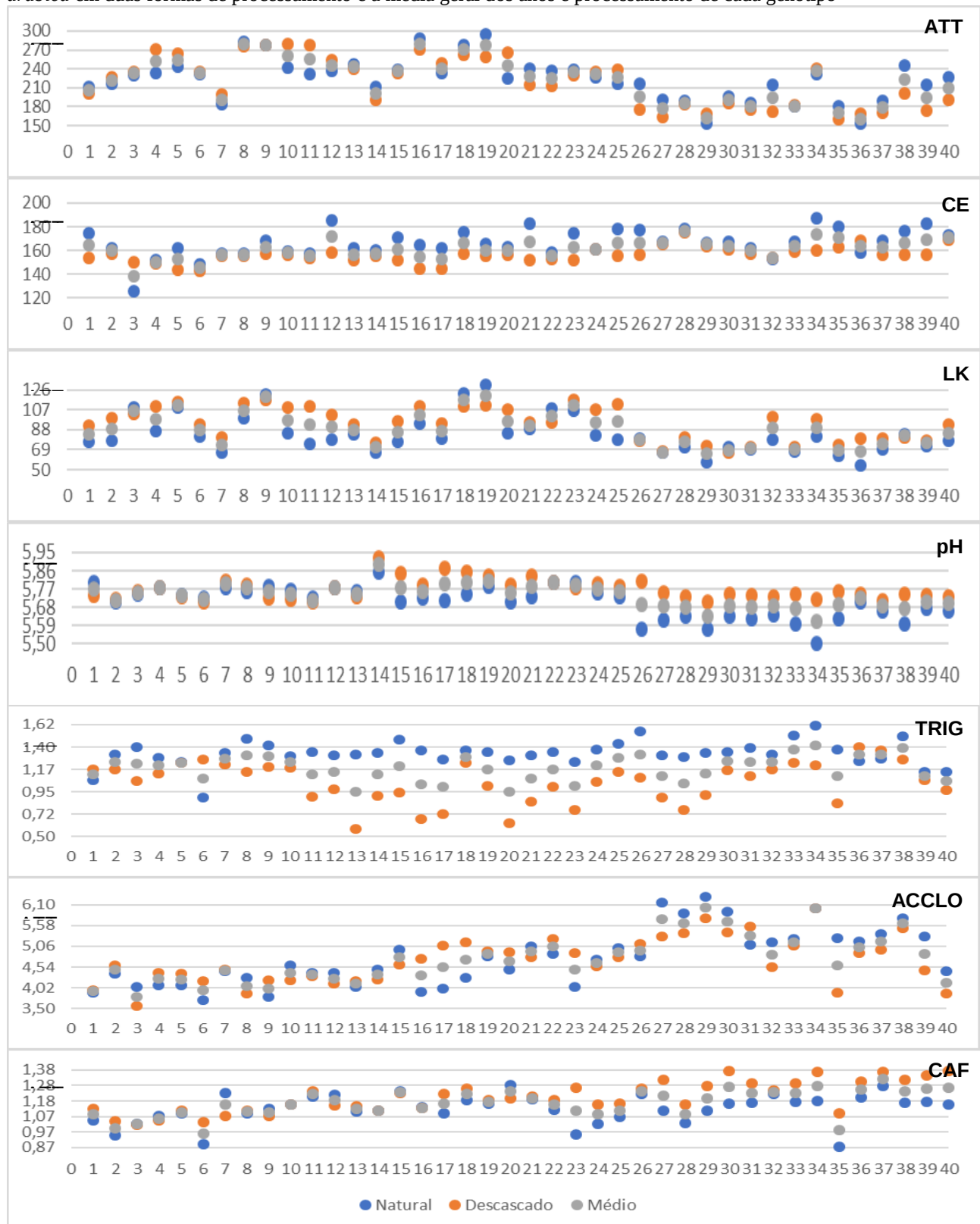
Os resultados para CE foram os genótipos 36, 29, 35, 27, 37, 31, 33, 28, 30, 7, 32, 39, 26, 14, 1, 40 e 2 expressaram os menores valores a mediana de todos os genótipos considerados, é importante salientar os genótipos 31, 33, 28 e 30 apresentam variação de menos que 5% entre os valores verificados nos diferentes processamentos, os demais oscilam entre 6 e 16% (Figura 2).

Em análise a LK, são os genótipos 29, 27, 36, 35, 30, 33, 31, 14, 7, 37, 39, 28, 26, 38, 1, 40, 15, 17, 6, 13 e 2 exibiram os menores valores a mediana, os genótipos 27, 33, 31, 39, 26, 38 foram os que menos se alteram em detrimento aos processamentos, com coeficiente de variação menor a 5%, os demais oscilam entre 6 e 26% (Figura 2).

Para o potencial hidrogeniônico (pH), os genótipos que conseguiram exibir valores maiores a mediana foram 14, 19, 22, 18, 7, 17, 23, 21, 4, 12, 15, 8, 24, 1, 16, 25, 9, 3, 20, 13, 10 e 5, todos eles sofreram pouca influência dos processamentos, o coeficiente de variação chegou a no máximo 2% (Figura 2).

De forma geral, quanto menos genótipos oscilam em função dos tratamentos aplicados, é um importante indicativo de possível estabilidade em estudos específicos de adaptabilidade e estabilidade. Os genótipos 34, 38, 33, 36, 26, 37, 8, 9, 18, 25, 7, 30, 2, 31, 32, 10, 5, 3, 4, 24 e 15 alcançaram os maiores valores de TRIG a mediana de todos os genótipos analisados, destes, com exceção aos genótipos 37 e 5 que apresentaram CV menor a 5%, todos os demais apresentaram variação entre 6 e 37% os valores verificados nos diferentes processamentos (Figura 2).

Figura 2 – Resumo das caracterização físico-química com a média de anos do grão crus de 40 genótipos de *Coffea arabica* em duas formas de processamento e a média geral dos anos e processamento de cada genótipo



Fonte: O autor, 2019. ATT: acidez titulável total; LK: lixiviação de potássio; CE: condutividade elétrica; pH: potencial hidrogeniônico; TRIG: trigonelina; ACCLO: ácido clorogênico (5CQA); CAF: cafeína.

Para ACCLO (5CQA) foram os genótipos 3, 1, 6, 9, 8, 13, 40, 5, 4, 12, 16, 14, 11, 10, 7, 23, 2, 17, 35, 24, 20 e 18 que conseguiram os menores valores a mediana de todos os genótipos estudados, sendo destes, os genótipos 1, 13, 40, 5, 4, 14, 11, 7, 2 e 24 foram os que menos alteraram seu valores em detrimento ao tratamentos submetidos, menos 5%, os demais oscilaram entre 6 e 21% (Figura 2).

Em análise a CAF, são os genótipos 37, 34, 30, 40, 39, 36, 26, 38, 20, 32, 15, 33, 31, 11, 18, 27, 21, 29, 12 e 19 que exibiram os maiores valores a mediana, os genótipos 37, 26, 20, 32, 15, 11, 18, 21 e 12 exibiram baixa variação entre os processamentos, menor a 5%, os demais oscilam entre 6 e 13% (Figura 2).

CONCLUSÕES

1 - Há variabilidade genética entre os 40 genótipos de *Coffea arabica* analisados por meio dos caracteres físico-químicos.

2 - Os genótipos 3, 6, 4, 17, 5, 32, 16, 22, 7 e 11 em média alcançaram os menores valores para característica ATT, assim como, os genótipos 36, 29, 35, 27, 37, 31, 33, 28, 30 e 7 para característica CE, como também observado nos genótipos 3, 1, 6, 9, 8, 13, 40, 5, 4 e 12 da característica ACCLO, apresentaram maior qualidade fisiológica do grão.

3 - Assim como, os genótipos 14, 19, 22, 18, 7, 17, 23, 21, 4 e 12 que alcançaram os maiores valores médios da característica pH, para a característica TRIG os genótipos 34, 38, 33, 36, 26, 37, 8, 9, 18 e 25, bem como, os genótipos 37, 34, 30, 40, 39, 36, 26, 38, 20 e 15 para CAF, apresentam melhor qualidade fisiológica, com base nas características avaliadas.

4 - Os resultados encontrados sugerem a continuidade das avaliações dos grãos crus dos 40 genótipos submetidos aos diferentes processamentos, para maior elucidação dos genótipos mais indicados para correlacionar com futuras análises de qualidade de bebida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHÃO, S. A.; PEREIRA, R. G. F. A.; LIMA, A. R.; FERREIRA, E. B.; MALTA, M. R. Compostos bioativos em café integral e descafeinado e qualidade sensorial da bebida. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v. 43, n. 12, p. 1799-1804, 2008.
- CLEMENTE, A. D.; CIRILLO, M. A.; MALTA, M. R.; CAIXETA, F.; PEREIRA, C. C. Operações pós-colheita e qualidade físico-química e sensorial de cafés. *Coffee Science*, Lavras, v. 10, n. 2, p. 233 - 241, abr./jun. 2015.
- CRUZ, C. D. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.
- FERRÃO, R. G.; CRUZ, D.C.; FERREIRA, A.; CECON, P.R.; FERRÃO, M.A.G.; DA FONSECA, A.F.A.; CARNEIRO, P.C.S.; SILVA, M.F. Parâmetros genéticos em café Conilon, *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.43, n.1, p.61-69, 2008.
- IAL- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4 eds. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1020p., 2008. (versão Eletrônica).
- JESZKA-SKOWRON, M.; SENTKOWSKA, A.; PYRZYŃSKA, K.; DE PEÑA, M. P. Chlorogenic acids, caffeine content and antioxidant properties of green coffee extracts: influence of green coffee bean preparation. *European Food Research and Technology*, v. 242, n. 8, p. 1403-1409, 2016.
- JOËT, T.; LAFFARGUE, A.; DESCROIX, F.; DOULBEAU, S.; BERTRAND, B.; DUSSERT, S. Influence of environmental factors, wet processing and their interactions on the biochemical composition of green coffee beans. *Food Chemistry*, v. 118, n. 3, p. 693-701, 2010.
- KITZBERGER, C. S. G.; SCHOLZ, M. B. D. S.; PEREIRA, L. F. P.; BENASSI, M. D. T. Composição química de cafés arábica de cultivares tradicionais e modernas. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, v.48, n.11, p.1498-1506, 2013.
- MARTINS, M. Q.; FORTUNATO, A. S.; RODRIGUES, W. P.; PARTELLI, F. L.; CAMPOSTRINI, E.; LIDON, F. C.; FÁBIO M. DAMATTA, F. M.; RAMALHO, J. C.; RIBEIRO-BARROS, A. I. Selection and validation of reference genes for accurate RT-qPCR data normalization in *Coffea* spp. under a climate changes context of interacting elevated [CO₂] and temperature. *Frontiers in plant science*, v. 8, p. 307, 2017.
- PRETE, C. E. C.; ABRAHÃO, J. T. M. Condutividade elétrica dos exsudatos de grãos de café (*Coffea arabica* L.) I Desenvolvimento da Metodologia. *SEMINA*, Londrina-PR, v. 16, n.1, p. 17-21, 1995.
- SCHOLZ, M.B.D.S.; FIGUEIREDO, V.R.G.D.; SILVA, J.V.N.D.; KITZBERGER, C.S.G. Característica físico-químicas de grãos verdes e torrados de cultivares de café (*Coffea arábica* L.) do Iapar. *Coffee Science*, Lavras, v. 6, n. 3, p. 245 – 255, 2011.
- VIEIRA, R.D.; KRZYŻANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYŻANOWSKI FC; VIEIRA RD; FRANÇA NETO JB (eds). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES. cap.4. p.1-26.1999.
- VITORINO, M.D.; FRANÇA, A.S.; OLIVEIRA, L.S.; BORGES, M.L.A. Metodologias de obtenção de extrato de café visando a dosagem de compostos não voláteis. *Revista Brasileira de Armazenamento*, v.26, p.17-24, 2001.