

## CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE CAFEIROS DO BANCO DE GERMOPLASMA DA EMBRAPA CERRADOS

Sonia Maria Costa Celestino<sup>2</sup>; Adriano Delly Veiga<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Trabalho financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café

<sup>2</sup> Pesquisador, DSc, Embrapa Cerrados, Brasília-DF, sonia.celestino@embrapa.br

<sup>3</sup> Pesquisador, DSc, Embrapa Cerrados, Brasília-DF, adriano.veiga@embrapa.br

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar cafés arábica e canéfora por meio da caracterização físico-química e produtividade de grãos. Os 30 acessos de *Coffea arabica* L e os 22 clones de *Coffea canephora* foram caracterizados quanto à produtividade de grãos no ano de 2017; análises físico-químicas dos teores de ácido clorogênico (5-CQA), de cafeína (CAF), de açúcares solúveis totais (AST), de sólidos solúveis totais (SS) e de perfil de ácidos carboxílicos foram realizadas para os cafés arábica; para os cafés canéfora, foram determinados SS, AST e acidez titulável (AT). Os cafés arábica com maiores produtividades apresentaram valores médios acima de 100 sacas/ha. Destacou-se o clone Conilon G7 acima de 125 sacas/ha. Destacaram-se H419-10-6-2-10-1 com alto teor de CAF; IPR 59 com alto teor de CAF e o menor teor de ácido quínico; Oeiras MG 6851 e Catucaí Vermelho 20/15 cv 476 com altos teores de AST e SS; Palma II com alto teor de AST, alto teor de SS e baixo teor de 5-CQA. Os clones Robusta apresentaram maiores médias de SS (32,1°Brix) e AST (6,1 %). O clone G85, além de apresentar maior teor de SS entre os canéforas estudados, apresentou o segundo maior teor de AST, o que contribui para o seu potencial de utilização dentro do programa de melhoramento como fonte de gene, pois apresentou baixa produtividade. Os clones G125, G114, A1 e G7 apresentaram potencial para a obtenção de cultivares a partir de um agrupamento de clones produtivos.

**PALAVRAS-CHAVE:** melhoramento genético de café, qualidade química de café.

## PHYSICAL-CHEMICAL CHARACTERIZATION AND COFFEE GRAIN YIELD OF THE EMBRAPA CERRADOS GERMOPLASM BANK

**ABSTRACT:** The objective of this work was to evaluate arabica and canephora coffees by means of the physical-chemical characterization and beans yield. The 30 accesses of *Coffea arabica* L, and the 22 clones of *Coffea canephora* were characterized in terms of beans yield in the year and chemical analyzes of chlorogenic acid (5-CQA), of caffeine (CAF), of total soluble sugar (AST), of total soluble solids (SS) contents and carboxylic acid profiles were performed for arabica coffees and for canephora coffees, SS, AST and titratable acidity (AT). The arabica coffees with higher yields presented average values above 100 sacks / ha. The Conilon G7 was higher than 125 sacks / ha. H419-10-6-2-10-1 with high CAF content; IPR 59 with high content of CAF and the lowest content of quinic acid; Oeiras MG 6851 and Catucaí Vermelho 20/15 cv 476 with high levels of AST and SS; Palma II with high content of AST, high content of SS and low content of 5-CQA were highlighted. The clones Robusta showed higher mean values of SS (32.1 ° Brix) and AST (6.1%). The clone G85, in addition to presenting higher SS content among the studied canephoras, presented the second highest AST content, which contributes to its potential use within the Improvement Program as a gene source because its low productivity. The clones G125, G114, A1 and G7 presented potential for obtaining cultivars from a cluster of productive clones.

**KEY WORDS:** genetic improvement of coffee, chemical quality of coffee.

## INTRODUÇÃO

O fato de que correlações entre qualidade sensorial e atributos químicos foram observadas em amostras de grão cru e levemente torradas – estas últimas usadas para a análise sensorial – indica que a análise físico-química de grãos crus pode ser usada como uma ferramenta adicional para a avaliação de qualidade do café para bebida (FARAH et al., 2006; CUNHA, 2005). A caracterização físico-química relacionada à qualidade de bebida de cultivares pertencentes a Bancos de Germoplasma permite a avaliação de novas fontes de genes que podem ser incorporadas ao programa de Melhoramento Genético do Café e a identificação de genótipos para combinações entre eles na elaboração de uma bebida com características específicas.

Para os cafés arábica, os atributos de qualidade de bebida amargor, adstringência, doçura, qualidade da acidez e corpo são valorizados (KITZBERGER et al., 2013; BHUMIRATANA et al., 2011) e estão associadas às características químicas teores de ácido quínico e cafeína, ácido clorogênico, teor de açúcares solúveis totais, perfil de ácidos carboxílicos e teor de sólidos solúveis totais, respectivamente.

Cafés canéfora com altos valores de sólidos solúveis são desejáveis para atribuir corpo à bebida nos *blends* com arábica. Outro atributo que se busca nos cafés canéforas é um teor de açúcar solúvel total mais elevado.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a divergência de cafés arábica e de cafés canéfora do Banco de Germoplasma da Embrapa Cerrados por meio da caracterização físico-química e produtividade de grãos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Em área experimental da Embrapa Cerrados foram instalados, em 2014, ensaio com clones de cafés canéfora, variedades botânicas Conilon e Robusta e outro ensaio com cultivares e progênies de cafés arábica. Os frutos cereja de 30 acessos de *Coffea arabica* (entre os quais cultivares comerciais e progênies oriundas de instituições parceiras) e de 22 clones de *Coffea canephora* (variedades botânicas Conilon e Robusta), introduzidos no Banco Ativo da Embrapa Cerrados, foram colhidos por derriça em pano durante ano de 2017.

Após beneficiamento por via seca os grãos crus foram moídos e o pó obtido de peneira 20 mesh para a realização das análises dos teores de ácido clorogênico (ácido 5-cafeoilquínico (5-CQA)), cafeína (CAF) e perfil de ácidos carboxílicos (FIGUEIREDO, 2013), açúcares solúveis totais (AST)(YEMN e WILLIS, 1954), sólidos solúveis (SS)(AOAC, 1990). Para os cafés canéfora, foram determinados os teores de SS, AST e acidez titulável (AT) (AOAC, 1990). Todas as análises foram feitas com três repetições e os resultados expressos em massa seca. As análises de variância, os testes de Scott Knott para a comparação de médias e as análises de componentes principais foram realizadas pelo software R version 3.4.2 Copyright (C) 2017.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelo resultado da análise de variância para produtividade dos grãos no ano 2017, as fontes de variação acessos e blocos foram significativas a 5%, pelo teste de F. Na Tabela 1 verifica-se que os genótipos de cafés arábica com maiores valores acima de 110 sacas/ha compõem Sabiá e Araponga. Um segundo grupo, composto por Obatã Vermelho e Acauã apresentou valores médios acima de 100 sacas/ha.

Tabela 1. Médias de produtividade em sacas de 60 kg/ha de cafés beneficiados dos 30 acessos de café arábica.

Acesso	Saca
Catuai Amarelo IAC 62	79,4 d
IPR 59	97,9 c
Palma II	87,4 c
Sacramento MG	60,8 e
Catuai Amarelo 24/137	78,3 d
Obatã Vermelho IAC 1669-20	103,4 b
IPR 103	86,8 c
IPR 98	88,1 c
Catuai Vermelho IAC 144	73,9 d
Topázio MG 1190	85,3 d
Araponga MG	110,6 a
Catuai Vermelho 785/15	91,6 c
H419-10-6-2-10-1	58,8 e
H419-3-3-7-16-4-1	76,5 d
Acauã	102,6 b
IPR 99	98,1 c
Catiguá MG 2	83,8 d
Oeiras MG 6851	89,2 c
Catuai Vermelho 20/15 cv 476	83,4 d
H419-10-6-2-5-1	74,2 d
H419-10-6-2-12-1	65,5 e
Catuai Amarelo 2SL	96,5 c
Paraíso MG	57,7 e
Catuai Amarelo 20/15 cv 479	95,8 c
Tupi IAC 1669-33	83,0 d
Catiguá MG 3	89,3 c
Sabiá 398	115,7 a
IPR 104	91,9 c
Catiguá MG 1	78,3 d
Pau Brasil MG 1	78,4 d

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott.

Carvalho et al. (2012) avaliaram esses mesmos acessos nas regiões Sul e Alto Paranaíba de Minas Gerais, verificando as cultivares Sabiá 398, Pau Brasil MG, Obatã 1669-20, Catucaí Amarelo 24/137 e IPR 103 como sendo as mais promissoras. No ensaio com clones de cafés canéforas, para o primeiro ano com altas produtividades, destaca-se o Conilon G7.

Tabela 2. Médias de produtividade em sacas de 60 Kg de café beneficiado por hectare, dos 22 clones de café canéfora em condições de Cerrado do Planalto Central.

Clone	Saca/ha
Robusta G47	80,8 b
Robusta G132	47,1 d
Conilon PRÉ-SUL	54,4 d
Conilon G04	80,0 b
Conilon 6V	100,3 b
Robusta G111	81,0 b
Conilon G7	125,5 a
Conilon 748	121,0 a
Robusta G127	72,5 c
Robusta G108	108,4 a
Robusta G85	62,5 c
Robusta G75	76,5 c
Robusta G125	115,5 a
Robusta G114	118,6 a
Conilon 24	55,4 d
Conilon A1	116,5 a
Robusta GNI4	82,5 b
Conilon 22	49,5 d
Conilon 2V	67,8 c
Robusta G30	42,5 d
Robusta G49	82,5 b
Robusta G106	85,5 b

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de significância.

Na análise de variância para as características químicas dos cafés arábicas, houve diferença estatística entre as médias ao nível de significância de 5% para todas as variáveis. As médias das variáveis estão na Tabela 3.

Tabela 3. Médias das variáveis ácido clorogênico (%5-CQA), cafeína (%CAF), açúcares solúveis totais (%AST), sólidos solúveis totais (SS), ácido quínico (%AQ) e ácido cítrico (%AC) para os 30 acessos de cafés arábica.

Acesso	%5-CQA	%CAF	%AST	SS (°Brix)	%AQ	%AC
Catucaí Amarelo IAC 62 (1)	2,64 c	0,82 b	3,75 e	26,2 g	1,72 c	0,54 b
IPR 59 (2)	3,96 a	1,19 a	8,99 c	29,3 d	1,02 e	0,33 b
Palma II (3)	2,77 c	0,98 b	11,08 b	31,2 b	1,67 c	0,50 b
Sacramento MG 1 (4)	2,99 c	0,85 b	7,35 d	29,0 e	1,57 d	0,53 b
Catucaí Amarelo 24/137 (5)	3,32 b	0,82 b	11,86 b	31,5 b	1,25 d	0,60 b
Obatã Vermelho IAC 1669-20 (6)	2,95 c	0,67 b	7,71 d	28,8 e	1,42 d	0,69 a
IPR 103 (7)	3,66 a	0,87 b	9,36 c	30,0 c	1,17 e	0,81 a
IPR 98 (8)	3,47 b	0,93 b	10,35 c	31,0 b	1,55 d	0,56 b
Catucaí Vermelho IAC 144 (9)	2,67 c	0,88 b	7,73 d	29,3 d	1,51 d	0,68 a
Topázio MG (10)	3,58 a	0,97 b	4,08 e	27,3 f	2,40 b	0,91 a
Araponga MG 1 (11)	3,65 a	1,03 a	8,63 c	29,5 d	1,28 d	0,49 b
Catucaí Vermelho 785/15 (12)	3,95 a	0,93 b	7,61 d	28,8 e	2,00 b	0,66 a
H419-10-6-2-10-1 (13)	4,00 a	1,25 a	8,24 c	29,3 d	1,22 e	0,52 b
H419-3-3-7-16-4-1 (14)	3,51 b	0,98 b	6,80 e	29,0 e	1,35 d	0,63 b
Acauã Procafé (15)	4,04 a	1,03 a	8,74 c	30,0 c	1,30 d	0,71 a
IPR 99 (16)	3,23 b	0,92 b	8,87 c	30,0 c	1,43 d	0,46 b
Catiguá MG 2 (17)	3,26 b	0,96 b	9,02 c	30,0 c	2,84 a	0,52 b
Oeiras MG 6851 (18)	3,36 b	1,06 a	13,60 a	32,0 a	1,35 d	0,56 b
Catucaí Vermelho 20/15 cv 476 (19)	3,37 b	1,14 a	12,23 a	32,0 a	1,75 c	0,74 a
H419-10-6-2-5-1 (20)	3,79 a	1,07 a	4,54 e	27,5 f	1,98 b	0,82 a

H419-10-6-2-12-1 (21)	2,97 c	0,86 b	4,11 e	27,3 f	1,51 d	0,62 b
Catucái Amarelo 2SL (22)	4,21 a	1,12 a	6,80 e	27,5 f	1,84 c	0,77 a
Paraíso MG (23)	3,70 a	1,02 a	8,18 c	28,8 e	1,48 d	0,23 b
Catucái Amarelo 20/15 cv 479 (24)	3,33 c	0,86 b	12,67 a	31,0 b	1,78 c	0,33 b
Tupi IAC 1669-33 (25)	3,31 b	0,92 b	9,05 c	29,3 d	1,93 b	0,90 a
Catiguá MG 3 (26)	4,19 a	0,96 b	9,42 c	29,8 c	1,59 d	0,52 b
Sabiá 398 (27)	3,44 b	0,88 b	9,38 c	30,0 c	1,96 b	0,62 b
IPR 104 (28)	4,28 a	1,10 a	5,94 e	27,5 f	1,71 c	0,74 a
Catiguá MG 1 (29)	3,32 b	0,70 b	6,56 e	27,5 f	1,93 b	0,93 a
Pau Brasil MG 1 (30)	3,30 b	0,83 b	9,13 c	29,8 c	1,22 e	0,67 a

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knott 5% de significância.

Na Tabela 4 estão os resultados da ACP. As variáveis AST, SS, AQ e AC contribuíram para a variabilidade explicada pelo componente 1 (39,1%). As variáveis que mais contribuíram para a porcentagem de variabilidade explicada pelo componente 2 (27,0%) foram 5-CQA e CAF. Hair et al. (2006) sugerem que a variância acumulada deve continuar até, pelo menos, 60%. Todas as variáveis são importantes e devem ser consideradas para analisar a variabilidade entre as variedades. A dispersão gráfica das cultivares com os dois primeiros componentes principais é apresentada na Figura 1.

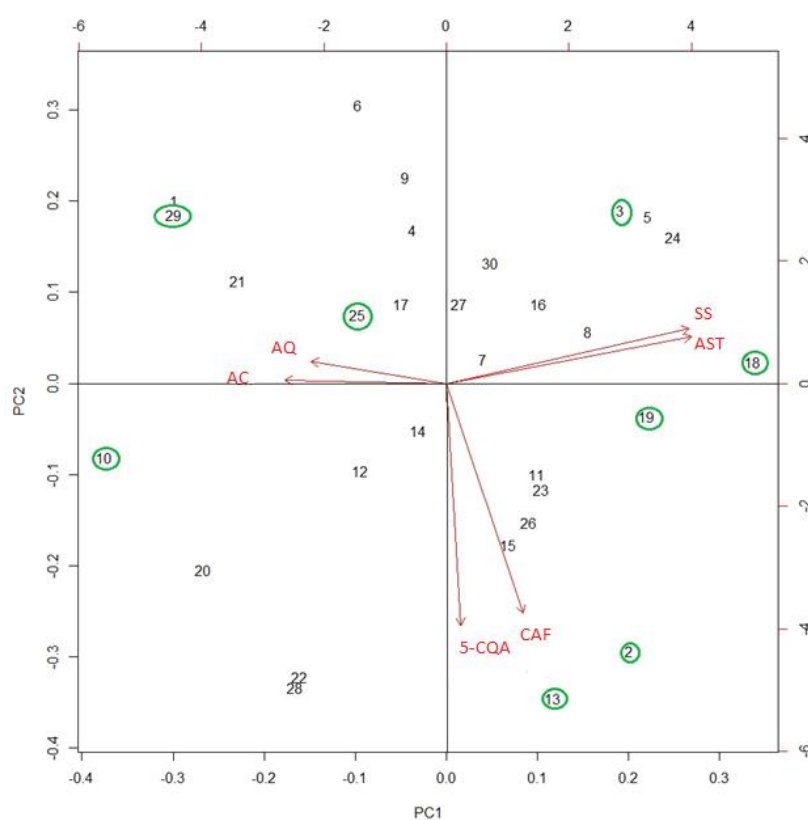


Figura. 1. Dispersão gráfica das variedades arábica com os eixos PC1 e PC2.

Tabela 4. Correlações das características com a % de variância explicada pelos componentes principais.

Características físico-químicas	Correlações <sup>(1)</sup>	
	PC1 <sup>(2)</sup>	PC2 <sup>(3)</sup>
5-CQA	0,054	<b>0,900</b>
CAF	0,286	<b>0,855</b>
AST	<b>0,912</b>	-0,174
SS	<b>0,902</b>	-0,204
AQ	<b>-0,503</b>	-0,083
AC	<b>-0,602</b>	-0,012
% Variância	39,1	27,0
% Variância acumulada	39,1	66,1

<sup>(1)</sup> Correlação da variável com a % de variância..<sup>(2)</sup> Primeiro componente principal. <sup>(3)</sup> Segundo componente principal.

Destacam-se a progênie H419-10-6-2-10-1 (13) com alto teor de CAF; a cultivar IPR 59 (2) com alto teor de CAF e o menor teor de AQ, as cultivares Oeiras MG 6851 (18) e Catucaí Vermelho 20/15 cv 476 (19) com altos teores de AST e SS; a cultivar Palma II (3) com alto teor de AST, alto teor de SS e baixo teor de 5-CQA. As cultivares que mais se destacaram em teor de AC foram Tupi IAC 1669-33 (25), Catiguá MG 1 (29) e Topázio MG (10). Todas essas cultivares, com exceção da progênie H419-10-6-2-10-1 (13), apresentaram altas produtividades acima de 80 sacas/ha (Tabela 1).

Na análise de variância para as características químicas dos cafés canéfora, houve diferença estatística entre as médias ao nível de significância de 5% para todas as variáveis (Tabela 5).

Tabela 5. Médias das variáveis sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e açúcares solúveis totais (AST) para os clones de cafés canéfora.

Clone	SS (°Brix)	AT (mL NaOH /100 g am. seca)	% AST
Robusta G47	27,5 d	116,9 d	6,45 d
Robusta G132	35,0 a	86,2 e	6,51 d
Robusta G111	30,0 c	131,0 c	8,30 a
Robusta G127	32,5 b	92,6 e	5,43 g
Robusta G108	30,0 c	96,5 e	5,56 g
Robusta G85	35,0 a	118,4 d	7,91 b
Robusta G75	32,5 b	87,8 e	5,75 f
Robusta G125	35,0 a	74,5 f	5,82 f
Robusta G114	30,0 c	108,9 d	6,42 d
Robusta GNI4	32,5 b	351,2 a	6,05 e
Robusta G30	32,5 b	97,9 e	5,21 h
Robusta G49	32,5 b	126,6 d	2,08 l
Robusta G106	32,5 b	86,8 e	7,56 c
Média	31,1	102,0	6,10
Conilon Pré Sul	30,0 c	68,2 f	5,94 e
Conilon G04	30,0 c	139,9	4,68 i
Conilon 6V	30,0 c	95,0 e	3,62 j
Conilon G7	32,5 b	134,3 c	6,47 d
Conilon 748	30,0 c	55,7 g	2,93 k
Conilon 24	27,5 d	72,3 f	5,57 g
Conilon A1	30,0 c	104,4 e	5,07 h
Conilon 22	32,5 b	149,7 b	3,99 j
Conilon 2V	30,0 c	77,6 f	6,24 d
Média	30,5	124,8	5,05

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott knott a 5% de significância.

As correlações das características físico-químicas com a % de variância explicada pelos componentes estão apresentadas na Tabela 6. O teor de SS contribui mais para a variância explicada pelo Componente principal 1 (PC1). As variáveis AST e AT foram as que mais contribuíram para o PC2. A porcentagem de variância acumulada com os dois primeiros componentes foi de 72,0%. Logo, todas as variáveis são importantes e devem ser consideradas para analisar a variabilidade entre as variedades. Na Figura 2, apresenta-se a dispersão gráfica das variedades com os dois primeiros componentes principais.

Tabela 6. Correlações das características com a % de variância explicada pelos componentes principais.

Características físico-químicas	Correlação <sup>(1)</sup>	
	PC1 <sup>(2)</sup>	PC2 <sup>(3)</sup>
SS	<b>0,709</b>	-0,022
AT	0,611	<b>-0,660</b>
AST	0,597	<b>0,702</b>
% Variância	41,1	30,9
% Variância acumulada	41,1	72,0

<sup>(1)</sup> Correlação da variável com a % de variância. <sup>(2)</sup> Primeiro componente principal. <sup>(3)</sup> Segundo componente principal.

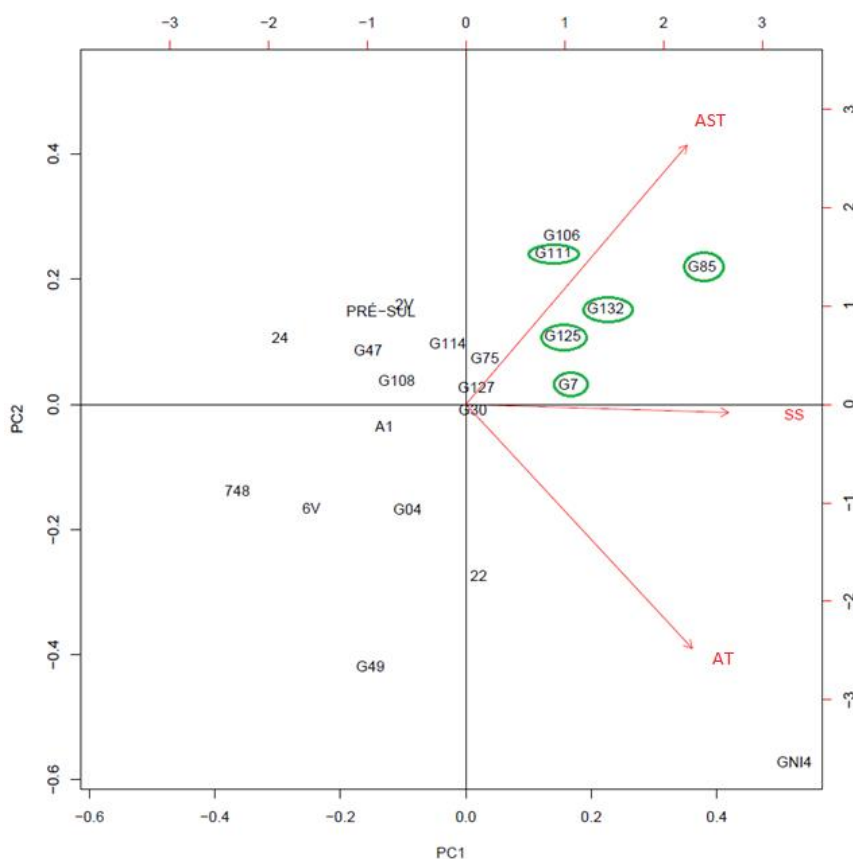


Figura 2. Dispersão gráfica das variedades canéfora com os eixos PC1 e PC2.

O clone G85 apresentou o maior teor de SS entre os canéforas estudados e o segundo maior teor de AST, o que contribui para o seu potencial de utilização dentro do programa de melhoramento como fonte de gene, pois apresenta baixa produtividade (Tabela 2). A mesma consideração pode ser feita pra G132 e G111. Já G125 está no grupo dos mais produtivos. Dentre os Conilons, destacou-se o G7, pelos maiores teores de AST e SS, além da alta produtividade (Tabela 2). Outros dois clones que merecem destaque são G114 e A1 pelas altas produtividades (Tabela 2) e valores intermediários das características químicas (Tabela 5).

## CONCLUSÕES

A caracterização química, aliada aos resultados de produtividade dos grãos, é importante para uso potencial dos acessos no programa de melhoramento, visando seleção de híbridos com múltiplas características.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC - Association of Official Analytical Chemists. Official methods. 12 ed. Arlington: AOAC, 1990.
- BHUMIRATANA, N.; ADHIKARI, K.; CHAMBERS IV, E. Evolution of sensory aroma attributes from coffee beans to brewed coffee. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, v. 44, n. 10, p. 2185-2192, 2011.
- CARVALHO, A.M. et al. Desempenho Agrônomo de cultivares de café resistentes à ferrugem no Estado de Minas Gerais. *Bragantia*, Campinas, v. 71, n. 4, p.481-487, 2012.
- CUNHA, R. D. C. Identificação de compostos voláteis de café sadio e com defeitos por cromatografia gasosa e análise estatística multivariada. 2005. 115 p. Dissertação em Química. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Química, Rio de Janeiro, 2005.
- FARAH, A.; MONTEIRO, M. C.; CALADO, V.; FRANCA, A. S.; TRUGO, L.C. Correlation between cup quality and chemical attributes of Brazilian coffee. *Food Chemistry*, n. 98, p. 373-380, 2006.
- FIGUEIREDO L.P. Abordagem sensorial e química da expressão de genótipo de Bourbon em diferentes ambientes. 2013. 127p. Tese (Ciência de Alimentos) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.
- HAIR, Jr; BLACK, W. C; BABIN, B. J; ANDERSON, R. E; TATHAM, R. L. *Multivariate Data Analysis*. 6ª edição. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall, 2006.
- KITZBERGER, C. S. G.; SCHOLZ, M. B. S.; PEREIRA, L. F. P. Composição química de cafés arábica de variedades tradicionais e modernas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.48, n.11, p.1498-1506, 2013.
- YEMN, E.W, WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone. *The Biochemical Journal*, London, v. 57, n. 3. p. 508-514, 1954.