

## COMPOSIÇÃO QUÍMICA E QUALIDADE SENSORIAL DE CAFÉS ESPECIAIS EM FUNÇÃO DO GENÓTIPO, AMBIENTE E PROCESSAMENTO<sup>1</sup>

Diego Egídio Ribeiro<sup>2</sup>; Mariele Vilela Bernardes Prado<sup>3</sup>; Murilo Ferraz Tosta<sup>4</sup>; José Henrique da Silva Taveira<sup>5</sup>; Marcos Paulo Santos Luz<sup>6</sup>; Carlos Henrique Cardeal Guiraldeli<sup>7</sup>; Isabella Avila Lemos<sup>8</sup>; Caio de Castro Pereira<sup>9</sup>; Vanny Ferraz<sup>10</sup>; Flávio Meira Borém<sup>11</sup>

<sup>1</sup> Trabalho financiado pelo MAPA/CNPq, com apoio da UFLA, Embrapa Café e FAPEMIG;

<sup>2</sup> Estudante de Doutorado em Engenharia Agrícola/UFLA, diegoagro10@hotmail.com;

<sup>3</sup> Mestre em Estatística e Experimentação Agrícola/UFLA, mari\_bernardes@hotmail.com;

<sup>4</sup> Estudante de Mestrado em Engenharia Agrícola/UFLA, mutosta@hotmail.com;

<sup>5</sup> Estudante de Doutorado em Engenharia Agrícola/UFLA, henriquetaveira@yahoo.com.br;

<sup>6</sup> Estudante de Mestrado em Engenharia Agrícola/UFLA, marcospauloluz@gmail.com;

<sup>7</sup> Estudante de Agronomia/UFLA; ch\_cardeal@hotmail.com;

<sup>8</sup> Estudante de Agronomia/UFLA; isa\_lemosti@hotmail.com;

<sup>9</sup> Estudante de Agronomia/UFLA; caiopereira000@hotmail.com;

<sup>10</sup> Pesquisadora do Departamento de Química/UFMG, vannyferraz@ufmg.br;

<sup>11</sup> Professor do Departamento de Engenharia/UFLA, flavioborem@deg.ufla.br.

**RESUMO:** Objetivou-se, com a realização deste trabalho, analisar o efeito do genótipo, da altitude, da vertente e das formas de processamento, durante três safras consecutivas, nos teores de trigonelina, cafeína, sacarose, 3-CQA, 4-CQA e 5-CQA, presentes no grão cru, bem como na qualidade sensorial da bebida de cafés especiais. Foram coletadas amostras de café (*Coffea arabica* L.), ao longo de três safras agrícolas (2009/10, 2010/11 e 2011/12), em lavouras comerciais de propriedades localizadas no município de Carmo de Minas, Minas Gerais, Brasil. O delineamento experimental foi baseado no estudo da interação entre variáveis ambientais, genéticas e de processamento. O ambiente de cultivo do café foi estratificado em três classes de altitude (inferior a 1.000 m, entre 1.000 e 1.200 m e superior a 1.200 m) e dois grupos de vertentes, sol (NE, N, NO e O) e sombra (L, SE, S e SO), resultando na combinação de seis variáveis ambientais. Foram coletados frutos de dois genótipos: Bourbon Amarelo (frutos amarelos) e Acaia (frutos vermelhos). Para todas as combinações envolvendo ambiente e genótipo, foram coletadas três repetições e processadas nas duas formas distintas (via seca e úmida), totalizando, assim, 72 amostras por safra. Os cafés foram colhidos, processados, secados, armazenados e, posteriormente, analisados química (cafeína, trigonelina, sacarose, 3-CQA, 4-CQA e 5-CQA) e sensorialmente. A nota total da bebida do café variou significativamente para a interação entre genótipo e altitude. As demais interações de segunda, terceira e quarta ordem não apresentaram significância ( $P < 0,05$ ) para todas as variáveis analisadas. Foram encontradas diferenças significativas nos teores médios de trigonelina, 3-CQA e cafeína, em função da altitude, no teor médio de sacarose e na nota total da bebida do café, em função do efeito isolado do processamento e do genótipo. A partir dos resultados obtidos, conclui-se que independente do processamento e da vertente, os genótipos Bourbon Amarelo e Acaia apresentam, no grão cru, maiores teores de trigonelina, 3-CQA e cafeína quando cultivados acima de 1200 m de altitude. Os cafés naturais têm maiores teores de sacarose comparativamente aos desmucilados e o Bourbon Amarelo dentre os genótipos estudados. A qualidade sensorial da bebida do genótipo Bourbon Amarelo está diretamente associada com a altitude. A partir dos atributos sensoriais positivos, sem a presença de qualquer defeito na bebida, a qualidade sensorial dos cafés processados por via seca é superior à dos cafés processados por via úmida.

**PALAVRAS-CHAVE:** altitude, *Coffea arabica* L., Bourbon Amarelo, qualidade da bebida.

## CHEMICAL COMPOSITION AND SENSORY QUALITY OF SPECIALTY COFFEE AND FUNCTION OF GENOTYPE, ENVIRONMENT AND PROCESSING

**ABSTRACT:** The aim of this study was to analyze the effect of genotype, altitude, slope exposure and forms of processing, over three consecutive crop seasons, on the levels of trigonelline, caffeine, sucrose, 3-CQA, 4-CQA and 5-CQA, present in green coffee beans, and also sensory quality of the specialty coffee beverage. Samples of coffee (*Coffea arabica* L.) were collected over three agricultural crop seasons (2009/10, 2010/11 and 2011/12) in commercial fields from properties located in the municipality of Carmo de Minas, Minas Gerais, Brazil. The experiment design was based on the study of the interaction among environmental variables, genetic variables and coffee processing methods. The coffee growing area was stratified into three classes of altitude (less than 1,000 m, from 1,000 to 1,200 m and greater than 1,200 m) and two groups of slope exposure, sun (NE, N, NW and W) and shade (E, SE, S and SW), resulting in the combination of six environmental variables. Fruits from two genotypes were collected: Yellow Bourbon (yellow fruits) and Acaia (red fruits). For all the combinations involving environment and genotype, three replications were collected and processed in two different methods (dry and wet processing), for a total of 72 samples per crop

season. The coffee fruits were collected, processed, dried, stored and later analyzed chemically (caffeine, trigonelline, sucrose, 3-CQA, 4-CQA and 5-CQA) and sensorially. The total score of the coffee beverage varied significantly for the interaction among genotype and altitude. The other interactions of second, third and fourth order did not show statistical significance ( $P < 0.05$ ) for the variables analyzed. Significant differences were found in the average contents of trigonelline, 3-CQA and caffeine as a function of altitude; and in the average content of sucrose and total score of the coffee beverage as a function of the isolated effect of processing and of genotype. From the obtained results, it may be concluded that regardless the type of processing and slope exposure, seeds of Yellow Bourbon and Acaia genotypes have higher amounts of trigonelline, 3-CQA and caffeine when grown above 1200m of altitude. Natural coffees have higher amount of sucrose comparing to pulped coffees, and the Yellow Bourbon considering the genotype evaluation. The sensory quality of the Yellow Bourbon genotype is strongly correlated with altitude. The dry way processing provides a superior sensory quality comparing to the wet way, considering the positive characteristics and samples free of any type of defects.

**KEY WORDS:** altitude, *Coffea arabica* L., Yellow Bourbon, beverage quality.

## INTRODUÇÃO

A história recente da cafeicultura brasileira tem demonstrado que o setor produtivo evoluiu rumo à diferenciação de seu produto, ampliando a visão para o mercado de cafés especiais. No entanto, explorar a potencialidade dos cafés de um determinado país, estado ou região, visando atender à crescente demanda por este novo segmento, exige, sobretudo, compreender os fenômenos que cercam a expressão da qualidade. Isso porque se trata de eventos de grande complexidade, uma vez que a qualidade da bebida, representada pelo sabor e o aroma formados no café torrado, está diretamente associada à composição química do grão cru. Por outro lado, sabe-se que alguns dos compostos químicos presentes no grão cru são influenciados por diversos fatores, desde a escolha da espécie e/ou da variedade para o plantio, até o preparo da bebida. Entre esses fatores, o genótipo, o ambiente, assim como o processamento são considerados fundamentais na obtenção de um produto final com qualidade (AVELINO et al., 2002; 2005; BORÉM, 2008; DECAZY et al., 2003). Diversos autores analisaram a composição química do café e suas variações qualitativas e quantitativas, decorrentes das espécies e variedades estudadas, dos efeitos isolados do processamento bem como do ambiente de produção (AVELINO et al., 2005; CAMPA et al., 2005; DUARTE; PEREIRA; FARAH, 2010; KNOPP; BYTOF; SELMAR, 2006; KY et al., 2001; MONTEIRO; FARAH, 2012). Em outros trabalhos, na tentativa de complementar a classificação sensorial, buscou-se relacionar componentes físico-químicos do grão cru com a qualidade do café, destacando, entre eles, os isômeros do ácido clorogênico (3-CQA, 4-CQA e 5-CQA), cafeína, trigonelina e sacarose (FARAH et al., 2006; FRANCA; MENDONÇA; OLIVEIRA, 2005; MALTA; CHAGAS; OLIVEIRA, 2003; SILVA et al., 2005). No entanto, estudos que exploram a combinação de determinados compostos químicos presentes no grão cru, resultantes das interações entre fatores genéticos, ambientais e tecnológicos envolvidos nos processos de produção, e sua relação com os descritores de qualidade, ainda carecem de análises mais detalhadas. Afinal, quais são os possíveis efeitos envolvendo o genótipo, o ambiente e o processamento na relação de compostos químicos com a qualidade da bebida do café especial? Dessa forma, objetivou-se, com a realização deste trabalho, analisar o efeito do genótipo, da altitude, da vertente e das formas de processamento, durante três safras consecutivas, nos teores de trigonelina, cafeína, sacarose, 3-CQA, 4-CQA e 5-CQA, presentes no grão cru, bem como na qualidade sensorial da bebida de cafés especiais.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletadas amostras de café (*Coffea arabica* L.), ao longo de três safras agrícolas (2009/10, 2010/11 e 2011/12), em lavouras comerciais de propriedades localizadas no município de Carmo de Minas, Minas Gerais, Brasil (Figura 1). O delineamento experimental foi baseado no estudo da interação entre variáveis ambientais, genéticas e de processamento. O ambiente de cultivo do café foi estratificado em três classes de altitude (inferior a 1.000 m, entre 1.000 e 1.200 m e superior a 1.200 m) e dois grupos de vertentes, sol (NE, N, NO e O) e sombra (L, SE, S e SO), resultando na combinação de seis variáveis ambientais. Para cada um dos ambientes foram coletados frutos representativos de dois genótipos: Bourbon Amarelo (frutos amarelos) e Acaia (frutos vermelhos). Para todas as combinações envolvendo ambiente e genótipo, foram coletadas três repetições e processadas nas duas formas distintas (via seca e úmida), totalizando, assim, 72 amostras por safra. Todos os procedimentos de colheita, processamento e secagem foram realizados segundo Borém (2008). As análises químicas foram realizadas no grão cru de café, sendo determinados, simultaneamente, os teores de cafeína, trigonelina e, para os ácidos clorogênicos (CGA), os isômeros dos ácidos cafeoilquínicos (3-CQA, 4-CQA e 5-CQA), segundo metodologia adaptada de Farah et al. (2005).



Figura 1. Localização do município de Carmo de Minas, na região sul/sudoeste do estado de Minas Gerais e no Brasil.

Para a sacarose, a determinação foi realizada em outra análise, conforme metodologia adaptada de Trugo, Farah e Cabral (1995). A análise sensorial foi realizada por provadores treinados e qualificados como juizes certificados de cafés especiais, utilizando-se a metodologia proposta pela Associação Americana de Cafés Especiais – SCAA (LINGLE, 2001). As análises estatísticas foram realizadas por meio do programa estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012) sendo considerados os valores médios das safras a partir das análises química e sensorial. Após a verificação das premissas da normalidade e da homocedasticidade, os resultados dos teores de trigonelina, cafeína, sacarose, ácidos clorogênicos e das pontuações finais (nota) obtidas na análise sensorial foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, para as diferenças significativas detectadas no teste F, aplicou-se o teste de Tukey, a 5% de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores médios (% ms) de trigonelina, ácidos clorogênicos (3-CQA, 4-CQA, 5-CQA), cafeína, sacarose e nota total da bebida do café, em função da interação altitude, processamento, genótipo e vertente, encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Teores médios (% ms) de trigonelina, ácidos clorogênicos (3-CQA, 4-CQA, 5-CQA), cafeína, sacarose e nota total da bebida, resultantes da interação entre altitude (m), processamento, genótipo e vertente.

Altitude × Processamento × Genótipo × Vertente				Trigonelina	3-CQA	4-CQA	5-CQA	Cafeína	Sacarose	Nota
>1200	Via úmida	Acaiá	Sol	1,00	0,64	0,74	6,13	1,37	6,64	84,75
			Sombra	1,05	0,61	0,81	6,10	1,31	5,88	83,15
		Bourbon	Sol	1,05	0,58	0,73	6,26	1,42	7,30	90,52
	Via seca	Acaiá	Sol	1,18	0,63	0,72	6,17	1,35	6,62	88,82
			Sombra	1,04	0,61	0,73	6,03	1,34	7,45	84,81
		Bourbon	Sol	0,95	0,64	0,72	5,96	1,34	6,81	86,11
1000 - 1200	Via úmida	Acaiá	Sol	1,02	0,60	0,77	6,08	1,30	7,71	90,13
			Sombra	1,02	0,62	0,73	6,22	1,23	8,95	90,25
		Bourbon	Sol	1,00	0,63	0,74	6,14	1,17	5,31	82,11
	Via seca	Acaiá	Sol	0,91	0,52	0,84	6,56	1,32	5,76	82,95
			Sombra	0,96	0,57	0,76	5,91	1,30	6,64	84,81
		Bourbon	Sol	1,00	0,54	0,78	6,48	1,32	7,33	85,96
<1000	Via úmida	Acaiá	Sol	0,90	0,61	0,69	6,30	1,22	6,96	84,14
			Sombra	0,97	0,53	0,76	5,84	1,35	7,41	83,71
		Bourbon	Sol	1,01	0,47	0,71	5,81	1,28	6,80	86,25
	Via seca	Acaiá	Sol	0,98	0,56	0,74	5,93	1,28	7,88	86,08
			Sombra	0,91	0,51	0,70	6,16	1,31	5,68	82,00
		Bourbon	Sol	0,86	0,53	0,74	5,96	1,20	6,15	82,68
Via úmida	Acaiá	Sol	0,81	0,49	0,77	5,72	1,25	6,46	83,14	
		Sombra	0,98	0,58	0,74	6,87	1,18	7,29	84,42	
	Bourbon	Sol	0,93	0,50	0,69	5,82	1,26	7,03	83,56	
Via seca	Acaiá	Sol	0,95	0,47	0,73	5,67	1,30	7,44	82,72	
		Sombra	0,85	0,49	0,74	5,70	1,06	7,36	83,79	
	Bourbon	Sol	0,85	0,49	0,74	5,70	1,06	7,36	83,79	
		Amarelo	Sombra	0,99	0,51	0,72	5,80	1,28	7,18	85,35
<i>P valor</i>				0,55	0,54	0,96	0,60	0,82	0,47	0,78

Por outro lado, os valores médios da nota total da bebida do café variaram significativamente para a interação genótipo × altitude (Tabelas 2 e 3). Já as demais interações de segunda e terceira ordem não apresentaram diferenças significativas. Analisando-se os dados da Tabela 2, verifica-se que a nota média total da bebida do genótipo Bourbon Amarelo é superior à do Acaiá, nas faixas de altitude acima de 1.000 m. Os genótipos estudados apresentaram a mesma qualidade sensorial da bebida quando cultivados em altitudes abaixo de 1.000 m.

Tabela 2. Teores médios (% ms) de trigonelina, ácidos clorogênicos (3-CQA, 4-CQA, 5-CQA), cafeína, sacarose e nota total da bebida do café, resultantes do desdobramento da variável genótipo dentro de altitude (m).

Altitude × Genótipo		Trigonelina	3-CQA	4-CQA	5-CQA	Cafeína	Sacarose	Nota
>1200	Acaiá	1,01	0,63	0,75	6,05	1,34	6,70	84,70 a
	Bourbon Amarelo	1,07	0,61	0,73	6,18	1,33	7,64	89,93 b
1000-1200	Acaiá	0,94	0,57	0,76	6,21	1,26	6,36	83,23 a
	Bourbon Amarelo	0,99	0,54	0,75	6,03	1,29	7,16	85,77 b
< 1000	Acaiá	0,91	0,50	0,72	5,90	1,27	6,57	82,74 a
	Bourbon Amarelo	0,91	0,52	0,74	6,02	1,19	7,07	84,17 a
<i>P valor</i>		0,39	0,40	0,60	0,70	0,36	0,71	0,00*

\* Médias seguidas por uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste Tukey (5% de significância).

Já para o desdobramento da variável altitude dentro de genótipo, nota-se que a qualidade sensorial do Acaiá não diferiu significativamente nas três faixas de altitude estudadas. Porém, para o genótipo Bourbon Amarelo, nota-se maior expressão da qualidade, quando cultivado acima de 1.200 m, com nota total média igual a 89,93 (Tabela 3).

Tabela 3. Teores médios (% ms) de trigonelina, ácidos clorogênicos (3-CQA, 4-CQA, 5-CQA), cafeína, sacarose e nota total da bebida do café, resultantes do desdobramento da variável altitude (m) dentro de genótipo.

Genótipo × Altitude		Trigonelina	3-CQA	4-CQA	5-CQA	Cafeína	Sacarose	Nota
Acaiá	>1200	1,01	0,63	0,75	6,05	1,34	6,70	84,70 a
	1000-1200	0,94	0,57	0,76	6,21	1,26	6,36	83,23 a
	< 1000	0,91	0,50	0,72	5,90	1,27	6,57	82,74 a
Bourbon Amarelo	>1200	1,07	0,61	0,73	6,18	1,33	7,64	89,93 b
	1000-1200	0,99	0,54	0,75	6,03	1,29	7,16	85,77 a
	< 1000	0,91	0,52	0,74	6,02	1,19	7,07	84,17 a
<i>P valor</i>		0,39	0,40	0,60	0,70	0,36	0,71	0,00*

\* Médias seguidas por uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste Tukey (5% de significância).

Além do efeito significativo da interação genótipo × altitude na qualidade da bebida, também foram encontradas diferenças significativas nos teores médios de trigonelina, 3-CQA e cafeína, em função da altitude e nos valores médios dos teores de sacarose e nota total da bebida do café, em função do efeito isolado do processamento e do genótipo. Convém ressaltar que não foram encontradas diferenças significativas para o efeito isolado da vertente, para todas as variáveis analisadas (Tabela 4). Os maiores teores médios de trigonelina (1,04% ms) foram encontrados em lavouras de café produzidas acima de 1.200 m de altitude. Para os ácidos clorogênicos estudados neste trabalho (3-CQA, 4-CQA e 5-CQA), o único isômero que apresentou diferença significativa foi o 3-CQA, para o qual o maior teor médio foi encontrado em cafés produzidos acima de 1.200 m (0,62% ms). Entretanto, para cafeína, somente os teores médios das amostras coletadas acima de 1.200 m (1,33% ms) e abaixo de 1.000 m (1,23% ms) diferiram significativamente entre si (Tabela 4). Fatores ambientais, como temperaturas mais baixas recorrentes em maiores altitudes, associados a eventos fisiológicos, como períodos mais longos de enchimento dos grãos, são relatados na literatura e fornecem indícios para explicar as diferenças encontradas para as variáveis químicas (FAGAN et al., 2011; GEROMEL et al., 2008; VAAST et al., 2006). Segundo Laviola et al. (2007), o efeito da temperatura é notado, principalmente, entre as fases de granação e maturação dos frutos do cafeeiro, sendo que o prolongamento dessas fases, causado por temperaturas mais amenas, está diretamente associado com o maior acúmulo relativo de matéria seca em grãos de café. No entanto, ainda que variações na qualidade do café já tenham sido descritas em função do genótipo e da altitude (AVELINO et al., 2002; 2005; DECAZY et al., 2003), sua correlação com o efeito conjunto de variáveis químicas carece de maiores estudos. Os maiores valores médios dos teores de sacarose (7,41% ms) foram encontrados nos cafés processados por via seca, independente do genótipo, da altitude ou da vertente estudada (Tabela 4). Dentre os fatores tecnológicos envolvidos no processo de produção do café, considera-se que o tipo de processamento altera significativamente o conteúdo de açúcares nos grãos crus (DUARTE; PEREIRA; FARAH, 2010; KNOPP; BYTOF; SELMAR, 2006). Bytof et al. (2005) sugerem que, durante o processamento pós-colheita, diversos processos metabólicos ocorrem no interior dos grãos do café, alterando significativamente a composição química do grão cru. Dessa forma, a diferença encontrada no presente

estudo reforça tais relatos e, possivelmente, demonstra o efeito isolado do processamento do café, alterando de maneira significativa o teor de sacarose.

Tabela 4. Teores médios (% ms) de trigonelina, ácidos clorogênicos (3-CQA, 4-CQA e 5-CQA), cafeína, sacarose e nota total da bebida do café, resultantes da altitude (m), processamento, genótipo e vertente.

		Trigonelina	3-CQA	4-CQA	5-CQA	Cafeína	Sacarose	Nota
Altitude	>1200	1,04 a	0,62 a	0,74	6,12	1,33 a	7,17	87,32 a
	1000 -1200	0,97 b	0,56 b	0,75	6,12	1,28 ab	6,76	84,50 b
	< 1000	0,91 b	0,51 b	0,73	5,96	1,23 b	6,82	83,46 b
<i>P valor</i>		0,00*	0,00*	0,53	0,68	0,01*	0,28	0,00*
Processamento	Via úmida	0,98	0,57	0,76	6,20	1,29	6,42 b	84,61 b
	Via seca	0,97	0,55	0,73	5,93	1,27	7,41 a	85,57 a
<i>P valor</i>		0,83	0,23	0,07	0,10	0,52	0,00*	0,02*
Genótipo	Acaia	0,96	0,57	0,74	6,06	1,29	6,54 b	83,56 b
	Bourbon Amarelo	0,99	0,56	0,74	6,08	1,27	7,29 a	86,63 a
<i>P valor</i>		0,22	0,43	0,95	0,89	0,58	0,00*	0,00*
Vertente	Sol	0,96	0,56	0,73	6,00	1,27	6,78	84,84
	Sombra	0,99	0,56	0,75	6,13	1,29	7,06	85,34
<i>P valor</i>		0,20	0,75	0,21	0,45	0,66	0,22	0,67

\* Médias seguidas por uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste Tukey (5% de significância).

A qualidade também apresentou diferença significativa em função do processamento do café (Tabela 4). Os maiores valores médios da nota total da bebida do café foram encontrados no processamento por via seca (85,57). Na literatura são encontrados relatos que descrevem os cafés produzidos por via seca com qualidade comparativamente inferior à dos cafés produzidos por via úmida (PEREIRA; VILELLA; ANDRADE, 2002; VILELLA, 2002; VINCENT, 1987; WILBAUX, 1963). No entanto, as variações na qualidade do café têm sido discutidas, principalmente, em função da presença ou da ausência de defeitos na bebida. Nesse caso, a ausência de cuidados na colheita e na secagem resulta, com maior probabilidade, em cafés naturais com fermentações indesejáveis e qualidade inferior (BORÉM, 2008). No presente trabalho, a qualidade do café foi avaliada a partir dos atributos sensoriais positivos, sem a presença de qualquer defeito na bebida. Nessas condições, os resultados encontrados neste estudo contradizem o que tradicionalmente é descrito na literatura, uma vez que a nota média total da bebida dos cafés naturais foi superior à dos cafés desmucilados. Para o fator genótipo (Tabela 4), os maiores teores médios de sacarose foram encontrados no Bourbon Amarelo (7,29% ms). Os principais relatos encontrados na literatura que descrevem o efeito isolado do genótipo na composição química do café referem-se, principalmente, a diferentes espécies do gênero *Coffea* (CAMPA et al., 2004; 2005; KY et al., 2001). Variações no teor de sacarose entre variedades distintas de café arábica podem estar relacionadas com diferenças na expressão gênica, tanto na síntese como na degradação deste composto. Portanto, análises moleculares são necessárias para melhor entendimento das variações no teor de sacarose encontradas para os genótipos neste estudo.

## CONCLUSÕES

- Independente do processamento e da vertente, os genótipos Bourbon Amarelo e Acaia apresentam, no grão cru, maiores teores de trigonelina, 3-CQA e cafeína quando cultivados acima de 1200 m de altitude;
- Os cafés naturais têm maiores teores de sacarose comparativamente aos desmucilados e o Bourbon Amarelo dentre os genótipos estudados;
- A qualidade sensorial da bebida do genótipo Bourbon Amarelo está diretamente associada com a altitude;
- A partir dos atributos sensoriais positivos, sem a presença de qualquer defeito na bebida, a qualidade sensorial dos cafés processados por via seca é superior à dos cafés processados por via úmida.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVELINO, J. et al. Effects of slope exposure, altitude and yield on coffee quality in two altitude *terroirs* of Costa Rica, Orosi and Santa María de Dota. **Journal of Science Food and Agriculture**, Sussex, v. 85, p. 1869-1876, 2005.
- AVELINO, J. et al. **Ver une identification de cafés-terroir au Honduras**. Montpellier Cedex: Plantations Recherche Developpement, 2002. 11 p.
- BORÉM, F. M. **Pós-colheita do café**. Lavras: UFLA, 2008. v. 1, p. 631.
- BYTOF, G. et al. Influence of processing on the generation of  $\gamma$ -aminobutyric acid in green coffee beans. **European Food Research Technology**, Heidelberg, v. 220, n. 3, p. 245-250, 2005.

- CAMPA, C. et al. Qualitative relationship between caffeine and chlorogenic acid contents among wild *Coffea* species. **Food Chemistry**, Oxford, v. 93, n. 1, p. 135–139, Nov. 2005.
- CAMPA, C. et al. Trigonelline and sucrose diversity in wild *Coffea* species. **Food Chemistry**, Oxford, v. 88, n. 1, p. 39–43, Nov. 2004.
- DECAZY, F. et al. Quality of different Honduran coffees in relation to several environments. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 68, n. 7, p. 2356–2361, 2003.
- DUARTE, G. S.; PEREIRA, A. A.; FARAH, A. Chlorogenic acids and other relevant compounds in Brazilian coffees processed by semi-dry and wet post-harvesting methods. **Food Chemistry**, Oxford, v. 118, p. 851–855, 2010.
- FAGAN, E. B. et al. Efeito do tempo de formação do grão de café (*Coffea sp*) na qualidade da bebida. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 5, p. 729–738, 2011.
- FARAH, A. et al. Correlation between cup quality and chemical attributes of Brazilian coffee. **Food Chemistry**, Oxford, v. 98, n. 2, p. 373–380, 2006.
- FARAH, A. et al. Formation of chlorogenic acids lactones in roasted coffee. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 53, n. 5, p. 1105–1113, 2005.
- FRANCA, A. S.; MENDONÇA, J. C. F.; OLIVEIRA, S. D. Composition of green and roasted coffees of different cup qualities. **LWT - Food Science and Technology**, Oxford, v. 38, n. 7, p. 709–715, 2005.
- GEROMEL, C. et al. Effects of shade on the development and sugar metabolism of coffee (*Coffea arabica* L.) fruits. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 46, n. 5-6, p. 569–579, 2008.
- 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, Dec. 2006.
- KY, C. L. et al. Caffeine, trigonelline, chlorogenic acids and sucrose diversity in wild *Coffea arabica* L. and *C. canephora* P. accessions. **Food Chemistry**, Oxford, v. 75, n. 2, p. 223–230, 2001.
- LAVIOLA, B. G. et al. Acúmulo de nutrientes em frutos de cafeeiro em quatro altitudes de cultivo: cálcio, magnésio e enxofre. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 6, p. 1451–1462, 2007.
- LINGLE, T. R. **The coffee cupper's handbook**: a systematic guide to the sensory evaluation of coffee's flavor. 3. ed. Long Beach: Speciality Coffee Association of America, 2001. 47 p.
- MALTA, M. R.; CHAGAS, S. J. de R.; OLIVEIRA, W. M. de. Composição físico-química e qualidade do café submetido a diferentes tipos de processamento (natural, descascado e desmucilado). In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003. Porto Seguro. **Anais...** Brasília: EMBRAPA CAFÉ, 2003. p. 259.
- MONTEIRO, M. C.; FARAH, A. Chlorogenic acids in Brazilian *Coffea arabica* cultivars from various consecutive crops. **Food Chemistry**, Oxford, 134, p. 611–614, 2012.
- PEREIRA, R. G. F. A.; VILELLA, T. C.; ANDRADE, E. T. Composição química de grãos de café (*Coffea arabica* L.) submetidos a diferentes tipos de pré-processamento. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2002, Vitória. **Resumos...** Brasília: EMBRAPA CAFÉ, 2002. p. 826–831.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. Vienna: Foundation for Statistical Computing, 2012. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 10 dez. 2012.
- SILVA, E. A. et al. The influence of water management and environmental conditions on the chemical composition and beverage quality of coffee beans. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campinas, v. 17, n. 2, p. 229–238, 2005.
- TRUGO, L. C.; FARAH, A.; CABRAL, L. Oligosaccharides distribution in Brazilian soybean cultivars. **Food Chemistry**, Oxford, v. 52, n. 4, p. 385–387, 1995.
- VAAST, P. et al. Fruit thinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (*Coffea arabica* L.) under optimal conditions. **Journal of Science Food and Agriculture**, Sussex, v. 86, n. 1, p. 197–204, 2006.
- VILLELA, T. C. **Qualidade de café despulpado, desmucilado, descascado e natural, durante o processo de secagem**. 2002. 66 p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2002.
- VINCENT, J. C. Green coffee processing. In: CLARKE, R. J.; MACRAE, R. (Ed.). **Technology**. London: Elsevier, 1987. p. 1–33.
- WILBAUX, R. **Agricultural engineering radiation research**: survey report. Rome: American Society of Agricultural Engineers, 1963. 39 p.