



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

LUCAS BONFANTI ACRE

**COMPOSIÇÃO DE VARIEDADES DE *COFFEA CANEPHORA*
DA REGIÃO AMAZÔNICA**

Londrina
2021

LUCAS BONFANTI ACRE

**COMPOSIÇÃO DE VARIEDADES DE *COFFEA CANEPHORA*
DA REGIÃO AMAZÔNICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, nível mestrado, da Universidade Estadual de Londrina - UEL, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

Orientadora: Prof^a Dr^a. Marta de Toledo Benassi

Londrina
2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

A187c Acre, Lucas Bonfanti.
Composição de variedades de Coffea canephora da região amazônica / Lucas Bonfanti Acre. - Londrina, 2021.
59 f. : il.

Orientador: Marta de Toledo Benassi.
Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, 2021.
Inclui bibliografia.

1. Conilon - Tese. 2. Robusta - Tese. 3. Híbridos intervarietais - Tese. 4. Rondônia - Tese. I. Benassi, Marta de Toledo . II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos. III. Título.

CDU 641.1

LUCAS BONFANTI ACRE

**COMPOSIÇÃO DE VARIEDADES DE *COFFEA CANEPHORA* DA
REGIÃO AMAZÔNICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina - UEL, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a Marta de Toledo Benassi
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof^a. Dr^a Maria Luiza Zeraik
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Dr. Rodolfo Campo Zanin
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
- UTFPR

Londrina, 20 de agosto de 2021.

AGRADECIMENTOS

À Prof^a. Dr^a. Marta de Toledo Benassi pela extraordinária orientação, amizade e paciência durante todos anos em que trabalhamos juntos. Serei eternamente grato pelos conhecimentos transmitidos e pela oportunidade de ter sido orientado por uma pessoa que admiro e é de extrema competência. Muito obrigado.

Agradeço à minha família que sempre pelo apoio emocional e que sempre me incentivou nas minhas escolhas.

Aos meus amigos que sempre estiveram comigo tanto para festejar quanto para consolar. Não chegaria até aqui se não fosse por vocês, deixo aqui o meu muito obrigado pelas risadas, lágrimas e companheirismo por todos esses anos.

À Julyene Francisco que mesmo em tempos de pandemia se dispôs a ajudar e a ensinar análises e macetes no laboratório. Sem você este trabalho não seria o mesmo. Agradeço muito pela paciência e pela amizade durante esses anos.

À Thayna Viencz pela enorme ajuda. Aprendemos e quebramos a cabeça juntos, agradeço muito pelo apoio e amizade, este trabalho só foi possível devido sua assistência. Muito obrigado.

Aos professores e técnicos do Departamento de Ciência de Alimentos pelo auxílio e sabedoria compartilhada.

Aos amigos e colegas de laboratório pelas conversas e serem sempre solícitos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro.

Quis Mudar

*Eu quis mudar
E isso implicava em deixar para trás
Meu chão, meu conforto, o certo, a paz
Eu fui à procura de mais*

Tim Bernardes

ACRE, Lucas Bonfanti. **COMPOSIÇÃO DE VARIEDADES DE COFFEA CANEPHORA DA REGIÃO AMAZÔNICA**. 2021. Número total de folhas. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2021.

RESUMO

A literatura oferece pouca informação sobre a composição de cafés torrados da espécie *Coffea canephora* e não há uma avaliação abrangente das diferenças no perfil de composição entre as suas principais variedades: Conilon e Robusta. Plantas híbridas, resultantes do cruzamento entre essas variedades, foram recentemente desenvolvidas e estão sendo cultivadas em Rondônia, na Amazônia Ocidental. Assim o objetivo desse estudo foi comparar o perfil de composição de cafés torrados de diferentes variedades da espécie *C. canephora* (Conilon, Robusta e híbridos intervarietais) cultivadas na região Amazônica. Foram avaliados por cromatografia líquida de ultra eficiência os teores de compostos bioativos hidrossolúveis - cafeína, trigonelina e ácidos clorogênicos (ACG) - e lipossolúveis – caveol, cafestol e 16-O-metilcafestol – em dez cafés de cada variedade. Os resultados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey ($p \leq 0,05$) e análise de componentes principais. As variedades Conilon, Robusta e os híbridos não diferiram em relação aos teores de cafeína (que variaram de 1427 a 3364 mg 100 g⁻¹) e caveol (de ausência a 25,7 mg 100 g⁻¹). Os híbridos apresentaram maior teor de trigonelina, ACG e diterpenos totais (soma dos tores de caveol, cafestol e 16-O-metilcafestol) com valores médios de 613, 3791, e 471 mg 100 g⁻¹, respectivamente). Foi também observado para esses cafés uma maior frequência de presença de caveol (o composto foi encontrado em 50% do total de amostras) comparativamente as variedades tradicionais (Robusta e Conilon). Os híbridos apresentaram ainda valores mais altos (7,6 a 15,0) para relação dos teores de cafestol/caveol, variável estudada como possível indicador da qualidade de bebida. Para cafés Conilon e Robusta observou-se faixa de concentração de 227 a 636 mg de trigonelina 100 g⁻¹, de 1244 a 2716 mg de ACG 100 g⁻¹, e de 225 a 524 mg de diterpenos totais 100 g⁻¹. As variedades tradicionais somente se diferenciaram pelos teores de cafestol e 16-O-metilcafestol e apresentaram relação cafestol/caveol na faixa de 4,8 a 7,2. Robusta destacou-se pelo menor teor de cafestol (116 mg 100 g⁻¹) comparativamente a Conilon e híbridos (teor médio de 209 mg 100 g⁻¹). Conilon destacou-se pelo menor teor de 16-O-metilcafestol (139 mg 100 g⁻¹) comparativamente a Robusta e híbridos (teor médio de 235 mg 100 g⁻¹). Para as três variedades estudadas observou-se valores da relação dos teores de cafeína/diterpenos totais (possível indicador de espécie de café) na faixa de 2,87 a 10,33. As componentes principais 1 (CP1) e 2 (CP2) explicaram 63% da variância total. Os cafés híbridos foram discriminados das variedades Conilon e Robusta pela CP1, sendo caracterizados pelos altos teores de ACG, trigonelina, cafestol e caveol. Os cafés Conilon e Robusta foram discriminados pelo CP2; os Conilon se diferenciaram pelo baixo teor de cafeína e 16-O-metilcafestol. Conclui-se que a diferença do perfil de composição entre as variedades tradicionais de *C. canephora*, é menor do que a observada entre esses e os cafés híbridos intervarietais, que se apresentam assim como uma matéria prima de interesse e diferenciada.

Palavras-chave: Conilon. Robusta. Híbridos intervarietais. Rondônia. CLUE.

ACRE, Lucas Bonfanti. **COMPOSITION OF COFFEA CANEPHORA VARIETIES FROM THE AMAZON REGION**. 2021. Número total de folhas. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2021.

ABSTRACT

Literature provides little information on the composition of roasted coffees of *Coffea canephora* species, and there is no comprehensive assessment of the differences in composition profile of its main varieties: Conilon and Robusta. Hybrid plants, resulting from the crossing between these varieties, were recently developed, and they are growing in Rondônia, in Western Amazon. Thus, the objective of this research was to compare the roasted coffee composition profiles of different varieties of *C. canephora* species (Conilon, Robusta, and intervarietal hybrids) cultivated in the Amazon region. The content of water-soluble bioactive compounds - caffeine, trigonelline, and chlorogenic acids (CGA) - and fat-soluble ones – kahweol, cafestol, and 16-O-methylcafestol - in ten coffees of each variety was evaluated. Analyses were performed by ultra performance liquid chromatography. The results were analyzed by ANOVA and Tukey test ($p \leq 0.05$), and Principal Components Analysis. The three varieties, Conilon, Robusta, and hybrids, did not differ regarding the contents of caffeine (ranged between 1427 to 3364 mg 100 g⁻¹) and caveol (absence to 25.7 mg 100 g⁻¹). Hybrids coffee stood out for their higher content of trigonelline, ACG, and total diterpenes (sum of the content of kahweol, cafestol, and 16-O-methylcafestol) with mean values of 613, 3791, and 471 mg 100 g⁻¹, respectively. A higher frequency of the presence of kahweol (the compound was found in 50% of the samples) was observed for the hybrids compared to the traditional varieties (Robusta and Conilon). Hybrid coffees also presented higher values (7.6 to 15.0) for the ratio of cafestol/kahweol contents, variable studied as a potential indicator of cup quality. Concentration ranges from 227 to 636 mg of trigonelline 100 g⁻¹, from 1244 to 2716 mg of ACG 100 g⁻¹, and from 225 to 524 mg of total diterpenes 100 g⁻¹ were observed for Conilon and Robusta coffees. The traditional varieties only differed by the contents of the diterpenes cafestol and 16-O-methylcafestol and showed a cafestol/kahweol ratio ranging from 4.8 to 7.2. Robusta coffees stood out with their lower cafestol content (116 mg 100 g⁻¹) than Conilon and hybrids (average value of 209 mg 100 g⁻¹). Conilon coffees stood out for their lower 16-O-methylcafestol content (139 mg 100 g⁻¹) than Robusta and hybrids (average value of 235 mg 100 g⁻¹). For the three varieties studied, values of the ratio of caffeine/total diterpenes content (a potential indicator of the coffee species) ranged from 2.87 to 10.33. Principal Components 1 (PC1) and 2 (PC2) accounted for 63% of the total variance. Hybrid coffees were discriminated from Conilon and Robusta varieties by PC1, being characterized by the high levels of GCA, trigonelline, cafestol, and caveol. Conilon and Robusta coffees were discriminated by PC2; Conilons were distinguished by their low caffeine and 16-O-methylcafestol content. In conclusion, the difference in the composition profile between the traditional *C. canephora* varieties is smaller than that observed between these and the intervarietal hybrid coffees, presented as an interest and differentiated raw material.

Keywords: Conilon. Robusta. Hybrids. Rondônia. UPLC.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Razões entre os teores de cafestol/caveol e teores de cafeína/diterpenos totais das variedades de *C. canephora*: Conilon, Robusta e híbridos intervarietais de Conilon e Robusta.....45
- Figura 2** – Figura 2a. Análise de componentes principais considerando a composição química e das amostras de *Coffea canephora* estudadas: projeção das variáveis; Figura 2b. Análise de componentes principais considerando a composição química e das amostras de *Coffea canephora* estudadas: gráfico de amostras48

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1 – Características principais da planta e produto de *C. canephora*..... 17

CAPÍTULO 2

Tabela 1 – Teores de cafeína (mg 100 g⁻¹) das variedades de *C. canephora*: Conilon, Robusta e híbridos intervarietais de Conilon e Robusta..... 38

Tabela 2 – Teores de trigonelina (mg 100 g⁻¹) das variedades de *C. canephora*: Conilon, Robusta e híbridos intervarietais de Conilon e Robusta..... 39

Tabela 3 – Teores de ácidos clorogênicos totais (mg 100 g⁻¹) das variedades de *C. canephora*: Conilon, Robusta e híbridos intervarietais de Conilon e Robusta..... 40

Tabela 4 – Teores de caveol (mg 100 g⁻¹) das variedades de *C. canephora*: Conilon, Robusta e híbridos intervarietais de Conilon e Robusta..... 43

Tabela 5 – Teores de cafestol (mg 100 g⁻¹) das variedades de *C. canephora*: Conilon, Robusta e Híbridos intervarietais de Conilon e Robusta 44

Tabela 6 – Teores de 16-O-metilcafestol (mg 100 g⁻¹) das variedades de *C. canephora*: Conilon, Robusta e híbridos intervarietais de Conilon e Robusta..... 46

Tabela S1 – Descrição da variedade e procedência dos cafés *C. canephora*..... 54

Tabela S2 – Teores de ácido 5-cafeoilquínico (mg 100 g⁻¹) das variedades de *C. canephora*: Conilon, Robusta e híbridos intervarietais de Conilon e Robusta..... 55

Tabela S3 – Teores de diterpenos totais (mg 100 g⁻¹) das variedades de *C. canephora*: Conilon, Robusta e híbridos intervarietais de Conilon e Robusta..... 56

Tabela S4 – Relação dos teores de cafestol/caveol das variedades de *C. canephora*: Conilon, Robusta e híbridos intervarietais de Conilon e Robusta..... 57

Tabela S5 – Relação dos teores de cafeína/diterpenos totais das variedades de *C. canephora*: Conilon, Robusta e Híbridos intervarietais de Conilon e Robusta 58

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO, OBJETIVOS E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	16
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1	<i>COFFEA CANEPHORA</i> : CARACTERÍSTICAS GERAIS E CULTIVO NO ESTADO DE RONDÔNIA	16
3.2	PERFIL DE COMPOSIÇÃO DE <i>C. CANEPHORA</i>	20
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

CAPÍTULO 2 - COMPOSIÇÃO DE VARIEDADES DE *COFFEA CANEPHORA* EM CAFÉS DA REGIÃO AMAZÔNICA

1	INTRODUÇÃO	32
2	MATERIAL E MÉTODOS	33
2.1	REAGENTES, PADRÕES E EQUIPAMENTOS	34
2.2	MATERIAL	34
2.3	DETERMINAÇÃO DE CAFEÍNA, ÁCIDOS CLOROGÊNICOS E TRIGONELINA	35
2.4	DETERMINAÇÃO DE CAVEOL, CAFESTOL E 16-O-METILCAFEOSTOL	36
2.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA	37
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
	CONCLUSÃO	49
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
	MATERIAL SUPLEMENTAR	54
	Tabela S1. Descrição da variedade e procedência dos cafés <i>C. canephora</i>	54
	Tabela S2. Teores de ácido 5-cafeoilquínico (mg 100g ⁻¹) das variedades de <i>C. canephora</i> : Conilon, Robusta e híbridos intervarietais de Conilon e Robusta*	55
	Tabela S3. Teores de diterpenos totais (mg 100g ⁻¹) das variedades de <i>C. canephora</i> .: Conilon, Robusta e híbridos intervarietais de Conilon e	

Robusta*	56
Tabela S4. Relação dos teores de cafestol/caveol das variedades de <i>C. canephora</i> : Conilon, Robusta e híbridos intervarietais de Conilon e Robusta*	57
Tabela S5. Relação dos teores de cafeína/diterpenos totais das variedades de <i>C. canephora</i> : Conilon, Robusta e Híbridos intervarietais de Conilon e Robusta*	58
ANEXOS	58
ANEXO A – Estruturas Químicas dos Compostos Avaliados.....	58
ANEXO B – Cromatogramas típicos dos compostos em amostra de híbrido intervarietal de Conilon e Robusta: a) trigonelina (260 nm); b) cafeína (272 nm), c) 5-ACQ (320 nm), d) caveol (290 nm), e) cafestol e 16-O-metilcafestol.	59

CAPITULO 1

INTRODUÇÃO, OBJETIVOS E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café verde, com participação importante na produção das duas principais espécies *Coffea arabica* e *Coffea canephora*. O Vietnã aparece como segundo maior produtor de café mundial, com volume de produção mais representada pela espécie *C. canephora* (MAPA 2021).

O café é um dos pilares mais importantes da economia nacional. No ano de 2020 sua exportação alcançou marca de 43,9 milhões de sacas de 60 kg gerando cerca de 5,53 bilhões de dólares (MAPA, 2021). A estimativa é que a safra de 2021 seja de 15,7% até 25,4% menor em relação à 2020, devido a bialidade negativa, observada principalmente na espécie *C. arabica* (CONAB, 2021).

Pertencente à família botânica Rubiaceace, o café compõe o gênero *Coffea*, sendo o produto mais importante economicamente (OIC, 2021). Comparativamente ao *C. arabica*, o *C. canephora* destaca-se por ser uma espécie mais rústica e possuir maior resistência ao estresse climático, sendo menos sensível ao ciclo da bialidade e tendo menor variação na produtividade. Para 2021, a previsão de produtividade média do *C. canephora* no Brasil está entre 37,7 e 44,3 sacas por hectare (CONAB, 2020; CONAB 2021).

No entanto, comercialmente a espécie *C. canephora* apresenta menor preço, sendo usualmente reportada como gerando bebida de menor qualidade sensorial que a do *C. arabica*. Recentemente a Associação Americana de Cafés Especiais (SCAA) reconheceu o potencial de cafés *C. canephora* para apresentar boa qualidade de bebida, podendo até ser reconhecidos como cafés especiais (SCAA, 2020).

A produção brasileira da espécie *C. canephora*, considerando as variedades Conilon e Robusta, concentra-se principalmente nas regiões sudeste e norte. O estado do Espírito Santo é o maior produtor nacional, com cerca de 9 milhões de sacas de 60 kg em 2020, seguido de Rondônia com cerca de 2 milhões de sacas de 60 kg (MAPA, 2021).

Entre as variedades botânicas comercialmente cultivadas de *C. canephora*, a Conilon apresenta menor porte, floração precoce e maior resistência à seca, e a Robusta apresenta maior vigor e resistência a doenças (como ferrugem) e a nematoides, com frutos maiores, de maturação tardia, e melhor qualidade de bebida (DALAZEN et al., 2020). Apesar da variedade Robusta ser a mais reconhecida

mundialmente e apresentar características vantajosas quanto a qualidade dos grãos e resistência, no Brasil o cultivo do Conilon é predominante uma vez que plantas Robusta necessitam de maior quantidade de água, tornando sua produção mais cara (SOUZA et al., 2015; CAFÉS DE RONDÔNIA, 2017).

Rondônia é o único estado brasileiro onde as duas variedades de *C. canephora* são cultivadas, pelo fato de a região Amazônica contar com chuvas frequentes e abundantes. Além do clima favorável, instituições como a EMBRAPA Café tem contribuído para ampliação do cultivo na região, com pesquisas em melhoramento genético e introdução de variedades clonais de elevada produtividade e novas técnicas de cultivo (SOUZA et al., 2015). Destaca-se que no estado de Rondônia, já são produzidos cafés *C. canephora* com qualidade de bebida diferenciada, denominados “Robustas finos” (FIOROTT; STURM, 2015).

Plantas híbridas são aquelas resultantes do cruzamento natural ou direcionado entre variedades botânicas, desta forma podem expressar as melhores características de cada uma das variedades. Como em Rondônia havia a presença das duas variedades de *C. canephora*, a hibridização ocorreu naturalmente no campo e foram identificados genótipos com características híbridas que tem se destacado pela boa qualidade de bebida e produtividade (DALAZEN et al., 2020). Além disso, a Embrapa Rondônia, visando a fim de contribuir para aumento da variabilidade genética da cafeicultura na Amazônia Ocidental, recentemente também desenvolveu a partir de cruzamentos novas cultivares com alto potencial produtivo e boas características de bebida (TEIXEIRA et al., 2020).

Comparativamente ao *C. arabica*, existem poucos dados na literatura sobre a composição da espécie *C. canephora*. Além disso, a comparação entre as variedades de *C. canephora*, Conilon e Robusta, geralmente limitam-se a informações agronômicas (CHARRIER, BERTHAUD, 1988; SOUZA et al., 2015), e não foram encontrados dados que caracterizem de forma ampla as diferenças de composição entre essas variedades e comparação com híbridos.

Dessa forma, tendo em vista a importância econômica e o potencial da espécie *C. canephora* para a cafeicultura nacional, existe interesse em caracterizar as variedades tradicionais Conilon e Robusta e compara-las aos híbridos intervarietais em relação a sua composição.

2. OBJETIVOS

O trabalho teve como objetivo geral comparar variedades da espécie *Coffea canephora* (Conilon, Robusta e híbridos intervarietais) cultivadas na região Amazônica em relação a composição. Foram avaliados os seguintes compostos dos grãos torrados: ácidos clorogênicos, cafeína, trigonelina e diterpenos (caveol, cafestol e 16-O-metilcafestol).

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 *COFFEA CANEPHORA*: CARACTERÍSTICAS GERAIS E CULTIVO NO ESTADO DE RONDÔNIA

Originária das florestas baixas da África Equatorial a espécie de café *Coffea canephora* Pierre ex Froehner atualmente apresenta ampla distribuição geográfica, sendo cultivada principalmente nos países da África Central e Ocidental, sudoeste da Ásia e na América do Sul. Na Tabela 1 encontram-se as principais características da espécie *C. canephora*. Usualmente as comparações na literatura são feitas com as plantas e grãos de *C. arabica*, a espécie mais conhecida e comercializada.

A espécie *C. canephora* possui diversas variedades, tais como: Conilon, Robusta, Guarini, Apostã, Laurenti, Oka, Uganda, Crassifolia e Bukobensis (EMBRAPA, 2004, FERRÃO et al., 2019). No entanto, apenas as variedades Conilon e Robusta são produzidas comercialmente, apresentando características distintas entre si (SOUZA et al., 2015).

Café Robusta tem sido a denominação utilizada para a variedade Robusta desde o fim do século XIX. Esta variedade pertence ao grupo botânico "Congolense", e se destaca por algumas características como apresentar maior porte e vigor vegetativo em relação ao Conilon, crescimento ereto, folhas e frutos maiores, maturação tardia, menor tolerância ao déficit hídrico e maior tolerância a pragas e doenças. Já a variedade Conilon encontra-se dentro do grupo botânico "Guineano", apresentando como características plantas de crescimento arbustivo, florescimento precoce, caules ramificados, folhas alongadas, resistência a seca e maior vulnerabilidade a doenças (CHARRIER, BERTHAUD, 1988; FERRÃO et al., 2019;

SOUZA et al., 2015).

Tabela 1. Características principais da planta e produto de *Coffea canephora*.

Características	
Origem	Bacia do Congo
Altitude preferencial	Abaixo de 500 m
Temperatura preferencial	24 – 28 °C
Déficit Hídrico	Até 150 mm/ano
Rusticidade	Maior que a da espécie <i>Coffea arabica</i>
Ploidia	Diploide (22 cromossomos)
Porte	Alto
Propagação	Semente e estaca
Desenvolvimento Inicial	Lento
Sistema Radicular	Mais vigoroso que de <i>C. arabica</i>
Período de maturação	Em média 300 dias
Folha e flor	Maiores que a espécie <i>C. arabica</i>
Fruto	Formato mais esférico com cor amarela, vermelha ou alaranjada
Semente	Cor amarronzada, menores que de <i>C. arabica</i>
Grãos maduros	Ficam na planta
Sólidos solúveis	Teores mais elevados que de <i>C. arabica</i>
Bebida	Menor acidez, maior corpo que de <i>C. arabica</i>
Industrialização	Solúvel e torrado e moído
Preço	Menor que da espécie <i>C. arabica</i>

Fonte: Adaptado de EMBRAPA (2004), Ferrão et al. (2019).

No ano cafeeiro de 2020/21 a produção mundial é estimada em 171,9 milhões de sacas. A produção de *C. arabica*, estimada em 101,8 milhões, representa 59,2% desse total, e a de *C. canephora*, 70,0 milhões, 40,7%. Em 2020/21, os três maiores países produtores devem responder por 70% da produção mundial de café, sendo que o Brasil produz mais de 40% do total (OIC, 2021). Atualmente, o Vietnã se destaca como o maior produtor mundial de *C. canephora*, com aproximadamente 38% da produção global, seguido do Brasil com 19% (MAPA, 2021).

Há uma demanda mundial crescente pelos cafés Conilon e Robusta, atribuída a ampliação no uso, maior competitividade e lucratividade nos diferentes setores da cadeia produtiva. O aumento da produção e da exportação mundial tem ocorrido de forma progressiva, baseado no aumento de produção e produtividades do Vietnã e Brasil. Dessa forma, o mercado global para *C. canephora* vem se consolidando, tornando-se mais atrativo e incentivado pelas formas e tipos de bebidas demandadas, principalmente, pelos mercados emergentes (FERRÃO et al., 2019).

O cultivo de *C. canephora* no Brasil se iniciou em 1912 no estado do Espírito Santo, no entanto, as produções começaram a ser registradas apenas após 1972 (FONSECA; SAKIYAMA; BORÉM, 2015).

Os estados brasileiros que se destacam hoje na produção de café *C. canephora* são Espírito Santo (64%), Rondônia (17%) e Bahia (15%) (MAPA, 2021). Mesmo em quantidades menos expressivas, o plantio dessa espécie de café tem ganhado mais espaço no país, abrangendo estados da região Norte (Amazonas, Acre e Pará), Nordeste (Ceará), Centro-oeste (Mato Grosso) e Sudeste (Minas Gerais). A produção de *C. canephora* no país representa atualmente 25% da produção total (CONAB, 2020).

O estado de Rondônia destaca-se no setor, sendo atualmente o quinto maior estado produtor de café e o segundo maior produtor de café *C. canephora* no Brasil. Historicamente, no estado foram introduzidas tanto a espécie *C. arabica* quanto a *C. canephora*, mas a superioridade produtiva e melhores características agronômicas para a região, fizeram com que as lavouras de *C. arabica* fossem substituídas por *C. canephora* (RAMALHO et al., 2019).

A cafeicultura em Rondônia possui grande importância econômica e social, sendo responsável pela manutenção de milhares de propriedades familiares. A área plantada de café no estado é de cerca de 63,57 mil hectares, com uma estimativa de produtividade média de 36,92 sacas de 60 kg/ha para 2021. Tais resultados são reflexos da renovação da cultura cafeeira em Rondônia, mediante de novas técnicas de cultivo e substituição de lavouras antigas por plantio de variedades clonais de elevada produtividade (MAPA, 2021, CONAB 2020). O estado possui ainda condições edafoclimáticas adequadas para *C. canephora* com temperaturas (23 a 26 °C), umidade relativa do ar (83%), precipitação pluviométrica (1.540 a 1.555 mm), déficit hídrico (200 a 300 mm), velocidade dos ventos (baixa a moderada) e solos planos, ideais para o desenvolvimento dessa espécie (SILVA et al., 2015).

Em Rondônia, a produção total de café se concentra principalmente nos municípios de Cacoal, São Miguel do Guaporé, Alta Floresta D'Oeste e Nova Brasilândia D'Oeste (IBGE, 2018). O programa de incentivo "Plante Mais" também estabeleceu parcerias com a Embrapa Rondônia e Emater para promover treinamentos a respeito de melhores técnicas de plantio e cuidados com a lavoura de café (CAFÉS DE RONDÔNIA, 2017).

O estado de Rondônia desenvolveu sua cafeicultura a partir do cultivo

de plantas de *C. canephora* das variedades botânicas Conilon e Robusta, cada uma com suas características positivas e negativas, sendo o único estado brasileiro onde as duas variedades são comercialmente cultivadas (SOUZA et al., 2015).

Visando desenvolver plantas que expressem as melhores características de cada variedades, técnicas como cruzamento (hibridação) entre as plantas de variedades distintas podem ser utilizadas, dando origem assim as plantas híbridas (TEIXEIRA et al., 2020). A hibridação é uma alternativa interessante para combinar características das variedades, originando populações com fenótipos intermediários, e aumentar a produtividade da lavoura. Pode ser natural quando ocorre cruzamento espontâneo entre plantas no campo, ou pode ser controlada quando os cruzamentos entre plantas são direcionados por técnicas de melhoramento genético (ROCHA et al., 2015).

Atualmente, no estado de Rondônia podem ser encontrados tanto híbridos naturais que surgiram a partir do cruzamento entre as variedades Conilon e Robusta em campos experimentais da Embrapa e em lavouras comerciais (MARCOLAN; ESPINDULA, 2015), quanto híbridos originados por cruzamento direcionado entre as duas variedades botânicas; em 2019, 10 cultivares clonais híbridas foram lançadas (TEIXEIRA et al., 2020).

A bebida elaborada a partir de *C. canephora* possui pouca acidez, alta percepção adstringente, amargor e corpo, sua utilização é comum na produção de café solúvel e em blends com *C. arabica* para o produto torrado e moído. Nos blends, o *C. canephora* tem o papel de contribuir com as características sensoriais do produto, proporcionando uma menor acidez e maior corpo à bebida, devido ao elevado teor de sólidos solúveis, além de reduzir o custo do produto (MORI, 2016).

De Souza et al. (2018) destacaram que o aumento da qualidade sensorial do *C. canephora* (Conilon e Robusta) de Rondônia está relacionado ao melhoramento genético e a boa adaptação às condições ambientais da região. O genótipo e o ambiente são fatores muito importantes que influenciam diretamente nas características sensoriais da bebida de café (SCHOLZ et al., 2018), bem como nas reações metabólicas do fruto durante seu desenvolvimento (CHENG et al., 2016).

Diferentemente do *C. arabica*, para o qual a literatura oferece grande volume de dados de composição, são escassas as informações relativas à espécie *C. canephora*, e não se observou trabalhos que façam uma comparação abrangente do perfil químico das variedades Conilon e Robusta.

No único estudo com essa abordagem, Lemos et al. (2020) avaliaram cafés verdes *C. canephora* brasileiros comparando um café Robusta e três genótipos de café Conilon (variedade clonal Diamante). Os autores reportaram menor concentração de sacarose, trigonelina e cafeína e maior concentração de ácidos clorogênicos no Robusta comparativamente aos cafés Conilon. No entanto, é difícil a comparação do perfil de composição com outros trabalhos da literatura uma vez que as concentrações foram reportadas em $\mu\text{mol L}^{-1}$ de um extrato metanólico, além de terem sido estudados apenas cafés verdes e um número reduzido de amostras.

3.2 PERFIL DE COMPOSIÇÃO DE *C. CANEPHORA*

Além de ser importantes para as características sensoriais, muitos componentes do café, originários do grão ou formados durante o processo de torra, exibem relevantes efeitos bioativos como ácidos clorogênicos, cafeína, trigonelina, melanoidinas e diterpenos. Estes compostos têm sido associados à redução de incidência de doenças crônicas degenerativas, uma vez que apresentam propriedades antioxidantes, anticancerígenas, antimutagênicas, anti-inflamatórias, antibacterianas, antifúngicas e antivirais, além de contribuírem com os aspectos sensoriais da bebida de café (SARRAGUÇA et al., 2016; GÖKCEN; ŞANLIER, 2017; SALOMONE et al., 2017; NAVEED et al., 2018; MOEENFARD, ALVES, 2020).

O teor de ácidos orgânicos, tem grande impacto na acidez da bebida de café, principalmente quando esses ácidos estão em sua forma livre (TORRES, 2014). A acidez da bebida tem sido considerada como um importante atributo para a qualidade sensorial, assim a menor acidez do *C. canephora* pode prejudicar a qualidade da bebida (MORI et al., 2018).

Os ácidos clorogênicos (ACG) são os principais compostos fenólicos do café, correspondendo a até 11,3% da matéria seca em grãos verdes de *C. canephora*, e contribuem com o sabor e a qualidade do produto (KY et al., 2001). A formação dos ácidos clorogênicos ocorrem por meio do processo de esterificação dos ácidos *trans*-cinâmicos (ácido cafeico, ferúlico e p-cumárico), com destaque para o ácido 5-O-cafeoilquínico (5-ACQ), isômero predominante no café (FARAH; DONANGELO, 2006). A estrutura do 5-ACQ e de outros compostos estudados estão disponíveis no Anexo A

Os ácidos clorogênicos desempenham papéis inibitórios no acúmulo

de gordura e efeitos moduladores no metabolismo da glicose de quem consome a bebida. Esses compostos incentivam a absorção de glicose na adiposidade sensível à insulina e não à insulina, e tem efeito benéfico diminuindo os níveis de triglicérido sérico e hepático e a oxidação do colesterol LDL, acelerando o metabolismo lipídico no fígado e inibindo a absorção de gordura no intestino delgado (GÖKCEN; ŞANLIER, 2017; NAVEED et al., 2018).

O teor de ACG é variável e dependente da genética (espécies e variedades de café), condições edafoclimáticas, e intensidade do processo de torra (FERRUZZI, 2010). Para grãos verdes de *C. canephora*, Aguiar et al. (2005), estudando seis variedades (Robusta, Bukobensis, Laurentii, Guarini, Kouilou 66, e Apoatã) relataram variação no teor ACG de 3300 a 6600 mg 100 g⁻¹; Pinheiro et al. (2019) reportaram para 42 genótipos de Conilon brasileiro do Espírito Santo teores de 5-ACQ de 2600 a 3650 mg 100 g⁻¹. Kalschne et al. (2019) e Reis et al. (2019) reportaram teores de 2024 a 2320 mg 100 g⁻¹ em cafés *C. canephora* torrados com diferentes níveis de defeitos e sem indicação de variedade. Teores mais elevados (5758 mg 100 g⁻¹) foram reportados em cafés Robusta de Rondônia por Portela et al. (2021). Em café Robusta procedente da Índia foi reportado teor médio de 834 mg 100 g⁻¹ (TANG et al., 2021). Dias e Benassi (2015) e De Souza e Benassi (2012) relatam teores de 5-ACQ de 40 a 518 mg 100 g⁻¹ em para cafés *C. canephora* torrado sem identificação de variedade. Herawati et al. (2018) reportaram para bebidas de *C. canephora*, variedade Robusta, teores de 5-ACQ de 9,84 a 0,54 g 100g⁻¹ de sólidos, com redução significativa no teor de ácidos clorogênicos com o aumento do grau de torra. Mori et al. (2020) reportou, para bebidas de café *C. canephora* de diferentes cultivares de café Conilon, teores de ACG de 1103 a 468 µg mL⁻¹.

A cafeína (1,3,7-trimetilxantina, Anexo A) é um alcaloide cristalino que se destaca como um dos principais estimulantes consumidos no mundo. Efeitos negativos inerentes ao consumo de cafeína são dependentes da suscetibilidade e predisposição de cada indivíduo, como aumento da frequência cardíaca e pressão arterial (LUDWIG et al., 2014, REVISTA BRASILEIRA DE HIPERTENSÃO, 2015). A cafeína pode desempenhar diversas ações biológicas positivas no organismo pelo efeito psicoestimulante, contribuindo com a redução da fadiga, o gasto de energia em repouso e a consolidação da memória. Além disso a cafeína reduz a incidência de doenças crônico degenerativas como Alzheimer e Parkinson e os riscos pertinentes a obesidade. Estudos apontam também ação benéfica da cafeína em relação a pré-

diabetes em que maiores ingestões de cafeína na dieta normal podem prevenir a pré-diabetes (LUDWIG et al., 2014, GÖKCEN; ŞANLIER, 2017; MIRMIRAN et al., 2018).

No café, a cafeína contribui com o sabor amargo da bebida e seu teor é dependente da genética, dos tratos culturais e do processamento pós-colheita, mas possui grande estabilidade a torra (FERRUZZI, 2010).

Uma ampla faixa de teores de cafeína em cafés *C. canephora* tem sido relatada na literatura. Pinheiro et al. (2019) descreveram, para grãos verdes de diferentes variedades clonais de café Conilon, teores de cafeína de 2060 a 2890 mg 100 g⁻¹; Ludwig et al. (2014) reportaram ainda maior variabilidade, de 1500 a 2500 mg de cafeína 100 g⁻¹. Para *C. canephora* brasileiros sem identificação de variedade e com diferentes graus de torra e presença de defeitos foram reportados valores na faixa de 1694 a 2100 mg 100 g⁻¹ (DIAS, BENASSI, 2015; DE SOUZA, BENASSI, 2012; KALSCHNE et al., 2019; REIS et al., 2019). Para Robusta, Portela et al. (2021) reportou teor de 1930 mg 100 g⁻¹ para café brasileiro procedente de Rondônia, e Hećimović et al. (2011), teores de 1810 a 2550 g 100 g⁻¹ em cafés de torra clara a escura. Herawati et al. (2018) descreveram teores de cafeína em torno de 5,5 g 100 g⁻¹ de sólidos para bebidas empregando cafés variedade Robusta com diferentes graus de torra.

A trigonelina (ácido *n*-metilnicotínico, Anexo A) está presente naturalmente no café, e pode contribuir com os aspectos sensoriais da bebida, como aroma e gosto amargo (YOSHINARI; IGARASHI, 2015). No processo de torra, é rapidamente degradada, podendo resultar em ácido nicotínico (niacina) e derivados de piridina (LUDWIG et al., 2014). A trigonelina destaca-se como um agente hipoglicemiante, e por apresentar atividade neuroprotetora, antinvasiva, estrogênica, e antibacteriana, e melhorar e regular os níveis de lipídios séricos e genes relacionados ao metabolismo dos carboidratos e lipídios (PEREIRA et al., 2020).

Pinheiro et al. (2019), estudando 21 variedades clonais de café Conilon verde do Espírito Santo, descreveram pequena diferença intervarietal, com teores médios de trigonelina de 930 mg 100 g⁻¹. No entanto, além de variações com genética e ambiente de cultivo, a literatura descreve que o teor de trigonelina é muito dependente do processo de torra do grão. Dias e Benassi (2015) relataram teores de 68, 38 e 12 mg 100 g⁻¹ para *C. canephora* brasileiro sem identificação de variedade e com diferentes graus de torra (13%, 17% e 20% de perda de peso, respectivamente). De Souza e Benassi (2012), verificaram teores médios de trigonelina de 22 mg 100g⁻¹

¹ em *C. canephora* sem identificação de variedade e procedentes dos estados de Rondônia e Espírito Santo com grau de torra médio/escuro. Kalschne et al. (2019) reportaram teores de 186 a 368 mg 100 g⁻¹ em cafés *C. canephora* com defeito sem identificação de variedade.

Os diterpenos caveol, cafestol e 16-O-metilcafestol são componentes da fração insaponificável do café, pertencentes à família dos caurenos, e apresentam-se mais usualmente como ésteres de ácidos graxos (LUDWIG et al., 2014). As diferenças nas estruturas dos 3 diterpenos podem ser observadas no Anexo A.

O 16-O-metilcafestol apresenta alta estabilidade térmica, enquanto caveol e o cafestol podem sofrer desidratação e consequente formação de compostos como deidrocafestol e deidrocaveol (SPEER; KÖLLING-SPEER, 2006). No entanto, tendo em vista a concentração proporcional do teor de lipídeos que ocorre durante a torra (pela degradação de outros componentes), os teores de diterpenos são pouco alterados com o processo (DIAS et al., 2014).

Apesar da atividade hipercolesterolêmica dos diterpenos, notadamente do cafestol, ser associada a ingestão de alguns preparos específicos de bebidas de café (URGERT; KATAN, 1997; VAN CRUCHTEN et al., 2010), no geral a ingestão dos diterpenos vem sendo descrita como positiva à saúde, devido a relatos de efeitos anticarcinogênico, hepaprotetores, e atividades antioxidante e anti-inflamatória (CAVIN et al., 2002; KIM; HWANG; JEONG, 2009; WADHAWAN; ANAND, 2016; LEE; CHOI; JEONG, 2007; HWANG; JEONG, 2008, PACETTI; LUCCI; FREGA, 2015; MOEENFARD, ALVES, 2020).

Para *C. canephora* a presença de cafestol é sempre relatada, diferentemente do caveol que é muitas vezes reportado como ausente ou presente em concentrações traços; o 16-O-metilcafestol é no geral relatado como específico dessa espécie (BENASSI, DIAS, 2015). Para cafés torrados *C. canephora* sem identificação de variedade provenientes dos estados de Rondônia e Espírito Santo, De Souza e Benassi (2012) relatam ausência de caveol e 16-O-metilcafestol, e teores médios de cafestol de 210 mg 100 g⁻¹, similar ao observado por Campanha et al. (2010) (de 160 a 280 mg de cafestol 100 g⁻¹) estudando diferentes graus de torra e presença de defeitos. Mori et al. (2016) estudando três cultivares de *C. canephora* da variedade Conilon cultivadas em locais distintos do Espírito Santo, verificaram ausência de caveol em 70% das amostras, e quando presente caveol foi em observado concentrações de até 14 mg 100 g⁻¹, teores de cafestol de 150 a 360 mg

100 g⁻¹ e de 16-O-metilcafesol entre 30 a 130 mg 100 g⁻¹ foram observados. Schievano et al (2014) ao avaliarem cafés *C. canephora* torrados provenientes da Costa do Marfim, Índia e Uganda, relatam concentrações de 16-O-metilcafesol de 100 a 200 mg 100 g⁻¹. Em cafés Robusta procedentes de diferentes continentes (África e Ásia), Finotello et al. (2017) reportaram presença de cafeol em 28% das amostras, com teores de 2,5 a 20,0 mg 100 g⁻¹, foram ainda descritos teores de cafestol de 130 a 282 mg 100 g⁻¹ e teores de 16-O-metilcafesol de 120 a 223 mg 100 g⁻¹.

Sumarizando, para cafés *C. canephora* torrados são reportados na literatura algumas informações dos teores de cafeína, trigonelina, ácidos clorogênicos e diterpenos em cafés Robusta e Conilon, mas em muitos casos não se especifica a variedade, apenas a espécie *C. canephora*. A maioria dos artigos reportaram dados de um número pequeno de amostras e não se observou trabalhos que façam uma comparação abrangente da composição dos cafés das variedades Conilon e Robusta, e não há também informações para os híbridos intervarietais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, A. D. E.; FAZUOLI, L. C.; SALVA, T. D. J.; FAVARIN, J. L. Diversidade química de cafeeiros na espécie *Coffea canephora*. **Bragantia**, v. 64, n. 4, p. 577-582, 2005.

BENASSI, M. T.; DIAS, R. C. E. Assay of Kahweol and Cafestol in Coffee. In: Victor R. Preedy. (Org.). **Coffee in Health and Disease Prevention**. 1ed. London: Elsevier, v. 1, p. 993-1004, 2015.

CAFÉS DE RONDÔNIA – **O mundo do café na Amazônia. Rondônia: Embrapa Rondônia**, n. 2, set. 2017. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/rondonia/cafes-de-rondonia> >. Acesso em: 17 jun. 2021.

CAMPANHA, F.G.; DIAS, R.C.E.; BENASSI, M.T. Discrimination of coffee species using kahweol and cafestol: effects of roasting and of defects. **Coffee Science**, v. 5, n.1 p. 87-96, 2010.

CAVIN, C.; HOLZHAUSER, D.; SCHARF, G.; CONSTABLE, A.; HUBER, W. W.; SCHILTER, B. Cafestol and kahweol, two coffee specific diterpenes with anticarcinogenic activity. **Food and Chemical Toxicology**, v. 40, n. 8, p. 1155-1163, 2002.

CHARRIER, A.; BERTHAUD, J. Principles and methods in coffee plant breeding: *Coffea canephora* Pierre. In CLARK, R. J.; MACRAE, R. (Ed). **Coffee Agronomy**. London: Elsevier, 1988. v. 6, p. 167-195.

CHENG, B.; FURTADO, A.; SMYTH, H. E.; HENRY, R. J. Influence of genotype and environment on coffee quality. **Trends in Food Science & Technology**, v. 57, p. 20-30, 2016.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: Café** – v.6. Safra 2020. n. 1. Primeiro Levantamento, janeiro 2020. Disponível em: <http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/levantamento/conab_safra_2020_n1.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2021.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: Café** – v.6. Safra 2021. n. 1. Primeiro Levantamento, janeiro 2021. Disponível em: <http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/levantamento/conab_safra_2021_n1.pdf>. Acesso em: 17 junho 2021.

DALAZEN, J.R; ROCHA, R.B.; PEREIRA, L.L.; ALVES, E. A.; ESPINDULA, M.C.; SOUZA, C.A. Beverage quality of most cultivated *Coffea canephora* clones in the Western Amazon. **Coffee Science**, v. 15, e151711, 2020.

DE SOUZA, C. A.; ROCHA, R. B; ALVES, E. A.; TEIXEIRA, A. L.; DALAZEN, J. R.; DA FONSECA, A. F. A. Characterization of beverage quality in *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner. **Coffee Science**, v. 13, n. 2, p. 210-218, 2018.

DE SOUZA, R. M. N.; BENASSI, M. T. Discrimination of commercial roasted and ground coffees according to chemical composition. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 23, n. 7, p. 1347–1354, 2012.

DIAS, R. C. E.; BENASSI, M. T. Discrimination between Arabica and Robusta coffees using hydrosoluble compounds: Is the efficiency of the parameters dependent on the roast degree? **Beverages**, v. 1, n. 3, p. 127–139, 2015.

DIAS, R. C. E.; FARIA-MACHADO, A. F.; MERCADANTE, A. Z.; BRAGAGNOLO, N.; BENASSI, M. T. Roasting process affects the profile of diterpenes in coffee. **European Food Research and Technology**, v. 239, n. 6, p. 961–970, 2014.

EMBRAPA. **Características das principais variedades de café cultivadas em Rondônia**. Porto Velho, 2004. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54346/1/Doc93-cafe.pdf> Acesso em: 17 junho 2021.

FARAH, A.; DONANGELO, C. M. Phenolic compounds in coffee. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 18, n. 1, p. 23-36, 2006.

FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A.; VOLPI, P. S.; FILHO, A. C. V.; PACOVA, B. E. V.; FERRÃO, L. F. *Coffea canephora* breeding. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; MUNER, L. H. de. **Café Conilon**. Vitória, ES: Incaper, p. 145-201, 2019

FERRUZZI, M. G. The influence of beverage composition on delivery of phenolic compounds from coffee and tea. **Physiology & Behavior**, v. 100, n. 1, p. 33-41, 2010.

FINOTELLO, C.; FORZATO, C.; GASPARINI, A.; MAMMI, S.; NAVARINI, L.; SCHIEVANO, E. NMR quantification of 16-O-methylcafestol and kahweol in *Coffea canephora* var. robusta beans from different geographical origins. **Food Control**, v. 75, p. 62-69, 2017.

FIOROTT, A. S.; STURM, G. M. Café Canéfora: em busca de qualidade e reconhecimento. In: Marcolan, A.L., Espindula, M.C. **Café na Amazônia**. 1. ed. p. 425-431, 2015.

FONSECA, A. F. A.; SAKIYAMA, N.; BORÉM, A. Café conilon: do plantio a colheita. 1. ed. **Viçosa: UFV**, p. 257, 2015

GÖKCEN, B. B.; ŞANLIER, N. Coffee consumption and disease correlations. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 59, n. 2, p.336-348, 2017.

HEČIMOVIĆ, I.; BELŠČAK-CVITANOVIĆ, A.; HORŽIĆ, D.; KOMES, D. Comparative study of polyphenols and caffeine in different coffee varieties affected by the degree of roasting. **Food Chemistry**, v. 129, n. 3, p. 991-1000, 2011.

HERAWATI, D.; GIRIWONO, P. E.; DEWI, F. N. A.; KASHIWAGI, T.; ANDARWULAN, N. Critical roasting level determines bioactive content and antioxidant activity of Robusta coffee beans. **Food Science and Biotechnology**, v. 28, n. 1, p.7-14, 2018.

HWANG, Y. P.; JEONG, H. G. The coffee diterpene kahweol induces heme oxygenase-1 via the PI3K and p38/Nrf2 pathway to protect human dopaminergic neurons from 6-hydroxydopamine-derived oxidative stress. **Febs Letters**, v. 582, n. 17, p. 2655-2662, 2008.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Tabela 1613 – Área destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor de produção das lavouras permanentes**. Ano – 2018. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613>>. Acesso em 17 junho 2021.

KALSCHNE, D; L.; VIEGAS, M. C.; DE CONTI, A. J.; CORSO, M. P.; BENASSI, M. T. Effect of steam treatment on the profile of bioactive compounds and antioxidant activity of defective roasted coffee (*Coffea canephora*). **LWT- Food Science and Technology**, v. 99, p. 364-370, 2019.

KIM, H. G.; HWANG, Y. P.; JEONG, H. G. Kahweol blocks STAT3 phosphorylation and induces apoptosis in human lung adenocarcinoma A549 cells. **Toxicology Letters**, v.187, n. 1, p. 28-34, 2009.

KY, C. L.; LOUARN, J.; DUSSERT, S.; GUYOT, B.; HAMON, S.; NOIROT, M. Caffeine, trigonelline, chlorogenic acids and sucrose diversity in wild *Coffea arabica* L. and *C. canephora* P. accessions. **Food Chemistry**, v. 75, n. 2, p. 223–230, 2001.

LEE, K. J.; CHOI, J. H.; JEONG, H. G. Hepatoprotective and antioxidant effects of the coffee diterpenes kahweol and cafestol on carbon tetrachloride-induced liver damage in mice. **Food and Chemical Toxicology**, v. 45, n. 11, p. 2118- 2125, 2007.

LEMOS, M. F., PEREZ, C., CUNHA, P.H. P., FILGUEIRAS, P. R., PEREIRA, L. L., FONSECA, A. F. A., IFA, D. R., SCHERER, R. Chemical and sensory profile of new genotypes of Brazilian *Coffea canephora*. **Food Chemistry**, Barking, v. 310, e125850, 2020.

LUDWIG, I. A.; CLIFFORD, M. N.; LEAN, M. E.; ASHIHARA, H.; CROZIER, A. Coffee: biochemistry and potential impact on health. **Food & Function**, v. 5, n. 8, p. 1695-1717, 2014.

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Sumário Executivo de Café. Janeiro, 2021**. Disponível em: <http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/informe_estatistico/Sumario_Cafe_Janeiro_2021.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2021.

MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M. C. **Café na Amazônia**. 1. ed. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, p. 474, 2015.

MIRMIRAN, P.; CARLSTRÖM, M.; BAHADORAN, Z.; AZIZI, F. Long-term effects of coffee and caffeine intake on the risk of pre-diabetes and type 2 diabetes: findings from a population with low coffee consumption. **Nutrition, Metabolism And Cardiovascular Diseases**, v. 28, n. 12, p. 1261-1266, 2018.

MOEENFARD, M.; ALVES, A. New Trends in Coffee Diterpenes Research from Technological to Health Aspects. **Food Research International**, v. 134, e109207, 2020.

MORI, A. L. B. **Composição e perfil sensorial de Coffea canephora**. 2016. 131 p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2016.

MORI, A. L. B.; GARCIA, A. O.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, R. G.; BENASSI, M. T. Sensory profile of conilon coffee brews from the state of Espírito Santo, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, n. 9, p.1061-1069, 2018.

MORI, A. L. B.; KALSCHNE, D. L.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, R.G.; BENASSI, M. T. Diterpenes in *Coffea canephora*. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 52, p. 52–57, 2016.

MORI, A. L. B.; VIEGAS, M.C.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, R.G.; BENASSI, M. T. Coffee brews composition from *Coffea canephora* cultivars with different fruit-ripening seasons. **British Food Journal**, v. 122, n. 3, p. 827 – 840, 2020.

NAVEED, M.; HEJAZI, V.; ABBAS, M.; KAMBOH, A. A.; KHAN, G. J.; SHUMZAID, M.; AHMAD, F.; BABAZADEH, D.; FANGFANG, X.; MODARRESI-GHAZANI, F.; WENHUA, L.; XIAOHUI, Z. Chlorogenic acid (CGA): A pharmacological review and call for further research. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 97, p. 67-74, 2018.

OIC - ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ. **Relatório sobre o mercado de Cafeeiro – Fevereiro, 2021**. Disponível em: <http://consorciopesquisacafe.com.br/arquivos/consorcio/publicacoes_tecnicas/relatorio_oic_fevereiro_2021.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2021.

PACETTI, D.; LUCCI, P.; FREGA, N. G. Unsaponifiable matter of coffee. In: PREEDY, V. R. **Coffee in Health and Disease Prevention**. Cambridge: Academic Press, p. 119-127, 2015.

PEREIRA, G. V. M.; CARVALHO NETO, D. P.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. I.; PRADO, F. G.; PAGNONCELLI, M. G. B.; KARPA, S. G.; SOCCOL, C. R. Chemical composition and health properties of coffee and coffee by-products. **Advances in Food and Nutrition Research**, v. 91, p. 65 – 96, 2020.

PINHEIRO, C.A.; PEREIRA, L.L.; FIORESI, D.B.; OLIVEIRA, D.S.; OSORIO, V. M.; SILVA, J. A.; PREREIRA, U. A.; FERRRÃO, M. A. G.; RIVA-SOUZA, E. M.; FONSECA, A. F.A.; PINHEIRO, P. F. Physico-chemical properties and sensory profile of *Coffea canephora* genotypes in high-altitudes. **Australian Journal of Crop Science**, v. 13, n. 12, p. 2046 - 2052, 2019.

PORTELA, C. S.; ALMEIDA, I. F.; MORI, A. L. B.; YAMASHITA, F.; BENASSI, M. T. Brewing conditions impact on the composition and characteristics of cold brew Arabica and Robusta coffee beverages. **LWT- Food Science and Technology**, v. 143, p. 111090, 2021.

RAMALHO, A. R.; ALVES, E. A.; ROCHA, R. B.; TEIXEIRA, A. L.; VIEIRA JÚNIOR, J. R.; ESPÍNDULA, M. C.; SILVA, R. K. **Robustas Amazônicas I: Sinopse da evolução progressiva da qualidade de bebida na cafeicultura rondoniense**. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 10., 2019, Vitória. Pesquisa, Inovação e Sustentabilidade dos Cafés do Brasil, 2019.

REIS, T. A. D.; CONTI, A. J.; BARRIENTOS, E. A. L.; MORI, A. L. B.; BENASSI, M. T. Instant coffee with steamed PVA beans: physical-chemical and sensory aspects. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 43, n. 9, p. e026119, 2019.

REVISTA BRASILEIRA DE HIPERTENSÃO. São Paulo: Rui Póvoa, v. 22, n. 2, 2015. Disponível em: <<http://departamentos.cardiol.br/sbc-dha/profissional/revista/22-2.pdf>>. Acesso em 17 junho 2021.

ROCHA, R. B.; TEIXEIRA, A. L.; RAMALHO, A. R.; SOUZA, F. F. Melhoramento de *Coffea canephora* – considerações e metodologias. In: MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M. C. **Café na Amazônia**. 1. ed. Embrapa Rondônia, p. 101-126, 2015.

SALOMONE, F.; GALVANO, F.; VOLTI, G.L. Molecular bases underlying the hepatoprotective effects of coffee. **Nutrients**, v. 9, n. 85, p. 1-13, 2017.

SARRAGUÇA, M. C.; PÁSCOA, R. N. M. J.; LOPO, M.; SARRAGUÇA, J. M. G.; LOPES, J. A. Bioactive compounds in coffee as health promoters. In: DA SILVA, L. R.; SILVA, B. **Natural Bioactive Compounds from Fruits and Vegetables as Health Promoters Part II**. Sharjah: Bentham Science Publishers, p. 180-220, 2016.

SCAA. **A Botanists' Guide to Specialty Coffee**. 2020. Disponível em: <https://sca.coffee/research/botany>. Acesso em: 21 jun. 2021.

SCHIEVANO, E., FINOTELLO, C., DE ANGELIS, E., MAMMI, S., NAVARINI, L. Rapid authentication of coffee blends and quantification of 16-O-methylcafesol in roasted coffee beans by nuclear magnetic resonance. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62, p. 12309-12314, 2014.

SCHOLZ, M. B. S.; KITZBERGER, C. S. G.; PRUDENCIO, S. H., SILVA, R. S. S. F. The typicity of coffees from different terroirs determined by groups of physico chemical and sensory variables and multiple factor analysis. **Food Research International**, v. 114, p. 72-80, 2018.

SILVA, M. J. G.; SARAIVA, F. A. M.; SILVA, A. A. G.; NETO, L. A. S.; QUERINO, C. A.S. Clima. In: MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M. C. **Café na Amazônia**. 1. ed. Brasília: Embrapa Rondônia, p. 474, 2015.

SOUZA, F. F.; FERRÃO, L. F. V.; CAIXETA, E. T.; SAKIYAMA, N. S.; PEREIRA, A. A.; OLIVEIRA, A. C. B. Aspectos gerais da biologia e da diversidade genética de *Coffea canephora*. In: MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M. C. **Café na Amazônia**. 1. ed. Brasília: Embrapa Rondônia, 474 p., 2015.

SPEER, K.; KÖLLING-SPEER, I. The lipid fraction of the coffee bean. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 18, n. 1, p. 201-216, 2006.

TEIXEIRA, A. L.; ROCHA, R. B.; ESPÍNDULA, M. C.; RAMALHO, A. R.; VIEIRA JÚNIOR, J. R.; ALVES, E. A.; LUNZ, A. M. P.; SOUZA, F. F.; COSTA, J. N. M.; FERNANDES, C. F. Amazonian Robustas - new *Coffea canephora* coffee cultivars for the Western Brazilian Amazon. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 20, n.3, p. e323420318, 2020.

TORRES, L. C. Compostos bioativos, ácidos orgânicos, atividade oxidante e correlações de café arábica.93 f. **Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência de Alimentos, Universidade Federal de Lavras**, 2014.

URGERT, R.; KATAN, M. B. The cholesterol-raising factor from coffee beans. **Annual Review of Nutrition**, v. 17, n. 1, p. 305-324, 1997.

VAN CRUCHTEN, S. T.; DE HAAN, L. H.; MULDER, P. P.; KUNNE, C.; BOEKSCHOTEN, M. V.; KATAN, M. B.; WITKAMP, R. F. The role of epoxidation and electrophile-responsive element-regulated gene transcription in the potentially beneficial and harmful effects of the coffee components cafestol and kahweol. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 21, n. 8, p. 757-763, 2010.

WADHAWAN, M.; ANAND, A. C. Coffee and liver disease. **Journal of Clinical and Experimental Hepatology**, v. 6, n. 1, p. 40-46, 2016.

YOSHINARI, O.; IGARASHI, K. Antidiabetic effects of trigonelline: Comparison with nicotinic acid. In: PREEDY, V. R. **Coffee in Health and Disease Prevention**. Cambridge: Academic Press, cap. 85, p. 765-775, 2015.

CAPITULO 2

COMPOSIÇÃO DE CAFÉS DE VARIEDADES DE *COFFEA CANEPHORA* DA REGIÃO AMAZÔNICA

1. INTRODUÇÃO

O *Coffea canephora* é uma das espécies mais conhecidas e utilizadas comercialmente do gênero *Coffea*. Comparativamente ao *Coffea arabica*, de maior valor comercial, o *C. canephora* se destaca-se como uma espécie mais rústica, de maior resistência ao estresse climático, sendo menos sensível ao ciclo da bienalidade e tendo menor variação na produtividade (CONAB, 2020; CONAB, 2021).

O Brasil, principal produtor e exportador mundial de café verde, teve produção na safra de 2020 de 63,08 milhões de sacas de 60 kg, sendo o *C. canephora* correspondente a 23% desse total (MAPA, 2021). O país é o segundo maior produtor da espécie, e no período de outubro de 2020 a fevereiro de 2021 foi observado aumento de quase 30% na exportação de *C. canephora* alcançando 1,7 milhão de sacas (OIC, 2021).

A demanda por cafés *C. canephora* está crescendo mundialmente, devido a sua ampliação no uso, maior competitividade e lucratividade nos diferentes setores da cadeia produtiva. O aumento da produção mundial vem ocorrendo de forma progressiva nos últimos 10 anos, passando de 59 milhões de sacas/ano em 2012 a 2015 para 69 milhões em 2017, e com produção estimada de 70 milhões na safra 2020/21 (OIC, 2021; OIC, 2016). Dessa forma, o mercado global para *C. canephora* vem se consolidando, tornando-se mais atrativo e incentivado pelas formas e tipos de bebidas demandadas, principalmente, pelos mercados emergentes (FERRÃO et al., 2019).

As variedades do *C. canephora*, Conilon e Robusta, são produzidas comercialmente e apresentam características diferenciadas (Ferrão et al., 2019). A Conilon apresenta menor porte, floração precoce e maior resistência à seca; a Robusta apresenta maior vigor e resistência a doenças (como ferrugem) e a nematoides, com frutos maiores, de maturação tardia, e melhor qualidade de bebida (DALAZEN et al., 2020). Apesar da variedade Robusta ser a mais reconhecida e apresentar características vantajosas quanto a qualidade dos grãos e resistência, no Brasil o cultivo do Conilon é predominante uma vez que plantas Robusta necessitam de maior quantidade de água, tornando sua produção mais cara (TEIXEIRA et al., 2020, CAFÉS DE RONDÔNIA, 2017). No Brasil, Rondônia é o único estado onde as duas variedades são cultivadas comercialmente, por estar na região Amazônica conta com chuvas frequentes e abundantes, suprimindo a necessidade das plantas Robusta

em relação a água (SOUZA et al., 2015).

Além do clima favorável, a ampliação do cultivo na região Amazônica aumentou em função de pesquisas em melhoramento genético e introdução de variedades clonais de elevada produtividade (SOUZA et al., 2015). Cruzamentos (hibridação) são uma alternativa para combinar características de variedades, originando populações híbridas com fenótipos intermediários, podendo ocorrer naturalmente a campo ou ser controlados. A EMBRAPA Café em Rondônia iniciou em 2003 o desenvolvimento de hibridização controlada entre as variedades Conilon e Robusta, buscando desenvolver plantas com as melhores características de cada variedade (TEIXEIRA et al., 2020).

As comparações entre as variedades Conilon e Robusta, geralmente são voltadas para informações agrônomicas e diferentemente do *C. arabica*, para o qual a literatura oferece grande volume de dados de composição, são escassos os dados para a espécie *C. canephora*, notadamente para cafés torrados.

Para cafés torrados são reportados teores de cafeína, trigonelina, ácidos clorogênicos totais (ou do isômero ácido 5-cafeoilquínico) e diterpenos (caveol, cafestol e 16-O-metilcafestol) em cafés Robusta (HEČIMOVIĆ et al., 2011; FINOTELLO et al., 2017; PORTELA et al., 2021) e Conilon (MORI et al., 2016) procedentes de diferentes regiões (América do Sul, Ásia e África), mas em muitos casos não se especifica a variedade, apenas a espécie *C. canephora* (KALSCHNE et al., 2019; REIS et al., 2019; DIAS, BENASSI, 2015; DIAS et al., 2014; SCHIEVANO et al., 2014; DE SOUZA, BENASSI, 2012; SRIDEVI et al., 2011; CAMPANHA et al., 2010). Com exceção de Finotello et al. (2017) e Mori et al. (2016), que avaliaram um maior número de cafés (39 e 30, respectivamente), os outros trabalhos citados contavam com pequeno número de amostras (de 1 a 3).

Não se observou trabalhos na literatura que façam uma comparação abrangente da composição dos cafés das variedades Conilon e Robusta, e não há informações para os híbridos. Dessa forma, considerando o potencial da espécie *Coffea canephora* e a carência de dados relacionados à sua composição, existe o interesse em caracterizar as variedades tradicionais Conilon e Robusta e compará-las aos híbridos intervarietais em relação a sua composição.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. REAGENTES, PADRÕES E EQUIPAMENTOS

Para extração e preparo da fase móvel foram utilizados hidróxido de potássio (KOH) grau analítico (F. Maia, São Paulo, Brasil), etanol 96% grau analítico (Êxodo Científica, Hortolândia, Brasil), éter metil-terc-butilico grau HPLC (Acrós Organics, Morris Plains, EUA), ácido acético P.A (Sigma-Aldrich, St. Louis, EUA) e acetoneitrila grau HPLC (Fisher Scientific, New Jersey, EUA). Foram utilizados padrões de ácido 5-cafeoilquínico (5-ACQ), cafeína e trigonelina (Sigma, St. Louis, EUA), caveol e cafestol (Axxora, San Diego, EUA) com pureza de 98% certificada por Alexis Biochemicals (Lausen, Suíça), e 16-O-metilcafestol (Fluka-Sigma-Aldrich, Saint Louis, EUA) com pureza de 98,6%. As fases móveis e amostras foram filtradas em membranas de 0,45 µm e 0,22 µm (Milipore, Billerica, EUA), respectivamente, e a água que foi utilizada no preparo dos padrões e soluções foi obtida por sistema de purificação e filtração Elga Purelab Option-Q (Veolia Water Technologies, Saint-Maurice, França).

Para análise de cor, foi empregado colorímetro portátil CR 400 (Konica Minolta Sensing Inc., Osaka, Japão) com e iluminação difusa/ângulo de visualização de 0° e iluminante D65. Para análise de umidade e moagem dos cafés, foram utilizados respectivamente o analisador gravimétrico de umidade MB 45 (Ohaus, Barueri, Brasil) acoplado com lâmpada halógena e moedor de café Krups GVX 2 (Krups, Xangai, China).

Para análise dos compostos hidrossolúveis (cafeína, ACG e trigonelina) e diterpenos foi empregado um cromatógrafo à líquido de ultra eficiência Acquity (Waters, Milford, EUA) equipado com injetor automático de amostras, sistema de bombeamento quaternário de solvente, termostatizador de coluna e detector de arranjo de diodos, controlados pelo programa Empower3. Nas análises foram ainda utilizados agitador de tubos vortex MX-S (Phox Suprimentos Científicos, Colombo, Brasil), banho maria laboratorial (Marconi Equipamentos Para Laboratórios Ltda, Piracicaba, Brasil), e centrífuga refrigerada de laboratório 5804 R (Eppendorf, Hamburgo, Alemanha).

2.2. MATERIAL

Os cafés da espécie *C. canephora* foram coletados no estado de Rondônia, Brasil, durante a safra de 2019, a colheita ocorreu entre os meses de abril e junho. Foram coletadas dez amostras de cada variedade: Conilon, Robusta, e

híbridos intervarietais de Conilon e Robusta. Os cafés eram procedentes das regiões de Porto Velho, Jirau, Malvinas, Cruzeiro do Sul, Ouro Preto, e Rolim de Moura (Tabela S1). Os frutos foram colhidos de forma manual e seletiva de modo a obter-se somente frutos maduros em estágio cereja. Os cafés foram secos ao sol em terreiros de forma natural e beneficiados. Os cafés (cerca de 450 g de grão verde de cada amostra) foram cedidos pela EMBRAPA Café (Porto Velho, Rondônia, Brasil). Os cafés verdes foram armazenados em embalagem de papel à temperatura ambiente até a torra.

Os grãos foram torrados em torrador piloto a gás com capacidade para 300 g (Palini & Alves Máquinas Agrícolas, Espírito Santo do Pinhal, Brasil) a temperatura em torno de 210 °C, sugerida por Mori et al. (2016) para cafés *C. canephora*. Foram empregados tempos de processo entre de 10 e 15 min, a fim de padronizar o grau de torra do produto final, considerando as diferenças em tamanho e características dos grãos das diferentes variedades. O processo de torra foi monitorado pela perda de peso na faixa de 15 a 18%, com base no sugerido por Mendes et al. (2001) para *C. canephora*. Após torra, foi feita moagem a granulometria média.

Os cafés torrados e moídos foram caracterizados quanto a cor, em duplicata genuína com medições em duplicata, e apresentaram luminosidade de 32 ± 3 e tonalidade cromática de 26 ± 4 , indicando grau de torra média-clara.

A umidade foi determinada no analisador a 105 °C por 7 min, em duplicata, obtendo-se valor médio de $2,4 \pm 0,2$ g 100 g⁻¹. Os resultados foram empregados para expressar as concentrações dos constituintes químicos em base seca (bs).

2.3. DETERMINAÇÃO DE CAFEÍNA, ÁCIDOS CLOROGÊNICOS E TRIGONELINA

A análise foi realizada de acordo com Kalschne et al. (2019). As amostras (0,500 g) foram extraídas em 30 mL de água a 80 °C por 10 min sob agitação. Após filtração com papel filtro, os extratos foram diluídos com água na proporção 5:95 v/v, filtrados em filtro de membrana diretamente em vials (3 mL) e congelados até análise.

Para análise, empregou-se coluna Spherisorb ODS-1 (150 x 4,6 mm, 3 µm) (Waters, Darmstadt, Alemanha), temperatura de 26 °C e volume de injeção de 5 µL. As amostras foram eluídas em gradiente de ácido acético 5% (A) e acetonitrila

(B) com vazão de $0,5 \text{ mL min}^{-1}$, na condição de: 0 a 5 min: 5% de B; 6 a 25 min: 13% de B. A detecção foi realizada a 260 nm para trigonelina, 272 nm para cafeína, e 320 nm para ácidos clorogênicos.

A identificação foi realizada de acordo com os tempos de retenção, co-eluição dos padrões e espectros no UV. A quantificação foi obtida por padronização externa, utilizando-se curva analítica de seis pontos, medidas em triplicata, na faixa de concentração de 1 a $30 \mu\text{g mL}^{-1}$ para trigonelina, 10 a $60 \mu\text{g mL}^{-1}$ para cafeína, 1 a $60 \mu\text{g mL}^{-1}$ para 5-ACQ. Foram obtidos limites de detecção (LD) de 0,0456, 0,0586, e $0,0172 \mu\text{g mL}^{-1}$, para trigonelina, cafeína, e 5-ACQ, respectivamente. O teor de ácidos clorogênicos totais foi estimado considerando-se a soma das áreas dos compostos detectados a 320 nm, utilizando-se o 5-ACQ como padrão (CORSO; VIGNOLI; BENASSI, 2016). As extrações foram realizadas com duplicata analítica, com duplicata de injeção, e os resultados foram expressos em $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ (bs).

2.4. DETERMINAÇÃO DE CAVEOL, CAFESTOL E 16-O-METILCAFEOSTOL

A extração seguiu de acordo com o proposto por Dias et al. (2014). As amostras (0,200 g) foram saponificadas em 2,0 mL de hidróxido de potássio $2,5 \text{ mol L}^{-1}$ em etanol (96% v/v) a $80 \text{ }^\circ\text{C}$ por 1 h em banho de água. Para a extração da fração insaponificável, foi adicionado 2,0 mL de água destilada e 2,0 mL de metil-terc-butil-éter, seguida de agitação e centrifugação (2 min a 3000 rpm a $25 \text{ }^\circ\text{C}$) e coleta da fase orgânica. Esta última etapa do procedimento foi repetida três vezes, totalizando o uso de 6 mL de solvente. Em seguida, foi adicionado 2,0 mL de água destilada para a limpeza e o extrato orgânico foi recolhido e evaporado em banho de água a $70 \text{ }^\circ\text{C}$ até secagem. O extrato seco foi ressuscitado em 4,5 mL de fase móvel (45:55 v/v de água:acetonitrila), filtrado com filtro de membrana, e adicionado em vials (3 mL), e congelado até análise.

A análise foi realizada conforme descrito por Mori et al. (2016), com detecção a 230 nm para cafestol e 16-O-metilcafestol e 290 nm para caveol. Empregou-se coluna Supelcosil LC-18 (150 x 3 mm, $3 \mu\text{m}$) (Supelco Park, Bellefonte, EUA) e temperatura de $26 \text{ }^\circ\text{C}$. Foi utilizada eluição isocrática com água:acetonitrila (45:55 v/v), vazão de $0,7 \text{ mL min}^{-1}$, e volume de injeção de $3 \mu\text{L}$.

A identificação dos compostos foi feita com base nos tempos de retenção, co-eluição dos padrões e espectros no UV. A quantificação foi realizada por padronização externa, utilizando-se curva analítica de seis pontos, medidas em

duplicata e na faixa de concentração de 2 a 100 $\mu\text{g mL}^{-1}$ para caveol e 16-O-metilcafestol e 40 a 200 $\mu\text{g mL}^{-1}$ para cafestol. Foram obtidos LD de 0,794 $\mu\text{g mL}^{-1}$, 1,998 $\mu\text{g mL}^{-1}$ e 0,643 $\mu\text{g mL}^{-1}$, para caveol, cafestol e 16-O-metilcafestol, respectivamente. As extrações foram realizadas em duplicata analítica, com duplicata de injeção, e os resultados expressos em mg 100 g⁻¹ (bs). Foram ainda calculados os valores de diterpenos totais (soma dos teores de caveol, cafestol e 16-O-metilcafestol).

2.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados (teores de cafeína, trigonelina, 5-ACQ, ácidos clorogênicos totais, diterpenos totais, caveol, cafestol e 16-O-metilcafestol) foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de médias (Tukey, $p \leq 0,05$), considerando-se as variedades de café (Conilon, Robusta e híbridos) como causa de variação, e utilizando-se o programa Statistica 7.1 (STATSOFT, 2006). Foram ainda calculados a relação dos teores de cafeína/diterpenos totais e a relação dos teores de cafestol/caveol. Análise de Componentes Principais (ACP) foi realizada utilizando o programa Statistica 7.1 (STATSOFT, 2006), empregando como variáveis ativas os parâmetros de composição trigonelina, cafeína, ácidos clorogênicos totais, caveol, cafestol e 16-O-metilcafestol.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os cromatogramas típicos das análises, referentes as amostras dos híbridos intervarietais e especificados para cada composto, estão disponíveis no Anexo B.

Não houve diferença nos teores de cafeína ($p=0,057$) entre as variedades Conilon e Robusta e os híbridos intervarietais de Conilon e Robusta estudados, sendo estimado um teor médio de 2402 mg 100 g⁻¹. Observou-se valores de 1427 a 3364 mg de cafeína 100 g⁻¹, com maior variabilidade entre os cafés híbridos (CV de 27%) comparativamente a Conilon e Robusta (CV de 14 e 15%, respectivamente) (Tabela 1).

Tabela 1. Teores de cafeína (mg 100 g⁻¹) das variedades de *C. canephora*: Conilon, Robusta e híbridos intervarietais de Conilon e Robusta*.

Amostras*	Variedades		
	Conilon	Robusta	Híbridos
C1, R1, H1	2227 ± 2	2646 ± 1	3618 ± 23
C2, R2, H2	1728 ± 103	3301 ± 185	2807 ± 48
C3, R3, H3	1929 ± 141	2432 ± 124	2977 ± 115
C4, R4, H4	2641 ± 151	2534 ± 253	2600 ± 18
C5, R5, H5	1981 ± 46	2743 ± 71	1918 ± 153
C6, R6, H6	1833 ± 46	2092 ± 37	3156 ± 100
C7, R7, H7	1995 ± 141	2695 ± 19	2267 ± 46
C8, R8, H8	2455 ± 44	2472 ± 29	3364 ± 20
C9, R9, H9	1952 ± 15	2331 ± 10	1956 ± 14
C10, R10, H10	2117 ± 46	1879 ± 12	1427 ± 41
Média**	2086 ± 283^A (14%)	2512 ± 386^A (15%)	2609 ± 705^A (27%)

Variedades Conilon, Robusta e híbridos intervarietais de Conilon e Robusta são representados pelas letras C, R e H respectivamente, números indicam as amostras em cada variedade.

* Teor médio (n=4, duplicata de extração, duplicata de injeção) ± desvio padrão entre extrações. **Médias (± desvio padrão entre amostras) seguidas de letra maiúscula diferente na mesma linha indicam diferença significativa entre variedades (Tukey, p ≤ 0,05), entre parênteses coeficientes de variação dentro da variedade.

Para *C. canephora* brasileiros sem informação de variedade, foram reportados teores de cafeína entre 1694 e 2100 mg 100 g⁻¹ para cafés com diferença no grau de torra e na presença de defeitos (DIAS; BENASSI, 2015; DE SOUZA; BENASSI, 2012; KALSCHNE et al., 2019; REIS et al., 2019). Hečimović et al. (2011) relataram teor de cafeína 1810 a 2550 mg 100 g⁻¹ em variedade Robusta (Vietnã e Cherry) de torra clara a escura; Portela et al. (2021) reportaram teor de 1930 mg 100 g⁻¹ para café Robusta brasileiro procedente de Rondônia. Não se observou dados para a variedade Conilon, mas Mori et al. (2020), analisaram bebidas de café Conilon brasileiro do estado de Espírito Santo, reportaram teores de cafeína de 1176 a 1452 µg·mL⁻¹, correspondentes a faixa de 941 a 1850 mg 100 g⁻¹ para café torrado. Considerando a estabilidade térmica da cafeína (DIAS; BENASSI, 2015; VIGNOLI et

al., 2014), pode-se também considerar o descrito para cafés *C. canephora* verde. Alonso-Salces et al. (2009) reportaram teores médios de cafeína de 2668 mg 100 g⁻¹ para 57 cafés verdes *C. canephora* sem identificação de variedade procedentes de diferentes países na América, África, Ásia e Oceania. Pinheiro et al. (2019) reportaram teores médios de cafeína de 2450 mg 100 g⁻¹ para 21 cafés verdes Conilon cultivados no Espírito Santo. Verifica-se assim que os teores cafeína deste estudo (Tabela 1) estão na parte superior da faixa reportada para *C. canephora* na literatura.

As variedades Conilon e Robusta não diferiram quanto ao teor de trigonelina, que variou na faixa de 227 a 636 mg 100 g⁻¹. Os cafés híbridos se destacaram por altos teores de trigonelina (com valor médio de 613 mg 100 g⁻¹), e os Robusta pela alta variabilidade entre amostras (CV 41%) (Tabela 2).

Tabela 2. Teores de trigonelina (mg 100 g⁻¹) das variedades de *C. canephora*: Conilon, Robusta e híbridos intervarietais de Conilon e Robusta*.

Amostras*	Variedades		
	Conilon	Robusta	Híbridos
C1, R1, H1	294 ± 23	636 ± 23	554 ± 16
C2, R2, H2	540 ± 5	329 ± 21	570 ± 12
C3, R3, H3	422 ± 46	360 ± 50	559 ± 22
C4, C4, H4	620 ± 15	260 ± 29	620 ± 29
C5, R5, H5	496 ± 2	263 ± 15	285 ± 52
C6, R6, H6	398 ± 6	632 ± 26	709 ± 13
C7, R7, H7	445 ± 18	314 ± 15	705 ± 20
C8, R8, H8	474 ± 24	253 ± 6	646 ± 11
C9, R9, H9	316 ± 13	338 ± 10	683 ± 4
C10, R10, H10	316 ± 4	227 ± 7	804 ± 85
Média**	437 ± 106^B (24%)	361 ± 150^B (41%)	613 ± 140^A (23%)

Variedades Conilon, Robusta e híbridos intervarietais de Conilon e Robusta são representados pelas letras C, R e H respectivamente, números indicam as amostras em cada variedade.

* Teor médio (n=4, duplicata de extração, duplicata de injeção) ± desvio padrão entre extrações. **Médias (± desvio padrão entre amostras) seguidas de letra maiúscula diferente na mesma linha indicam diferença significativa entre variedades (Tukey, p ≤ 0,05), entre parênteses coeficientes de variação dentro da variedade.

Para ácidos clorogênicos totais (ACG), observou-se comportamento similar à trigonelina: não houve diferença entre variedades Conilon e Robusta (valores na faixa de 1244 a 2716 mg 100 g⁻¹), e maiores teores foram observados para os cafés híbridos (com valor médio de 3791 mg 100 g⁻¹). Para essa classe de compostos observou-se variabilidade similar dentro das variedades (Tabela 3).

Tabela 3. Teores de ácidos clorogênicos totais (mg 100 g⁻¹) das variedades de *C. canephora*: Conilon, Robusta e híbridos intervarietais de Conilon e Robusta*.

Amostras*	Variedades		
	Conilon	Robusta	Híbridos
C1, R1, H1	1534 ± 242	2381 ± 62	2855 ± 89
C2, R2, H2	2191 ± 13	2716 ± 304	2339 ± 185
C3, R3, H3	1968 ± 18	2702 ± 176	4441 ± 184
C4, C4, H4	2609 ± 199	1715 ± 117	4466 ± 4
C5, R5, H5	2353 ± 37	1692 ± 67	1997 ± 16
C6, R6, H6	1744 ± 61	2401 ± 6,36	3965 ± 429
C7, R7, H7	1858 ± 104	2060 ± 48	4475 ± 62
C8, R8, H8	1827 ± 111	1660 ± 31	4693 ± 131
C9, R9, H9	1367 ± 69	2488 ± 4	4455 ± 23
C10, R10, H10	1388 ± 13	1244 ± 90	4229 ± 120
Média**	1884 ± 409^B (22%)	2105 ± 506^B (24%)	3791 ± 1001^A (26%)

Variedades Conilon, Robusta e híbridos intervarietais de Conilon e Robusta são representados pelas letras C, R e H respectivamente, números indicam as amostras em cada variedade.

* Teor médio (n=4, duplicata de extração, duplicata de injeção) ± desvio padrão entre extrações. **Médias (± desvio padrão entre amostras) seguidas de letra maiúscula diferente na mesma linha indicam diferença significativa entre variedades (Tukey, p ≤ 0,05), entre parênteses coeficientes de variação dentro da variedade.

Trigonelina e ácidos clorogênicos são compostos que sofrem degradação expressiva com o processo de torra (DIAS; BENASSI, 2015; VIGNOLI et al., 2014), assim a comparação é dificultada pela diferença nos graus de torra nos trabalhos da literatura além da escassez de dados com café torrado.

Teores de trigonelina em ampla faixa de variação (70 a 683 mg 100 g⁻¹) foram reportados para café torrado *C. canephora* brasileiro sem informação de variedade e que apresentavam diversidade nos graus de torra e na presença de defeitos (DIAS; BENASSI, 2015; DE SOUZA; BENASSI, 2012; KALSCHNE et al., 2019). Para variedade Conilon, Mori et al. (2020), trabalhando com bebidas, relataram teores de trigonelina de 206 a 413 µg·mL⁻¹, correspondentes a faixa de 145 a 583 mg 100 g⁻¹ para café torrado. Não se observou na literatura informação relativa a trigonelina em cafés Robusta torrado, mas teores de 750 a 1240 mg 100 g⁻¹ foram descritos para café verde (PERRONE et al., 2008a; KY et al., 2001).

Teores de ácidos clorogênicos totais (ACG) de 2024 a 2320 mg 100 g⁻¹ foram observados para cafés *C. canephora* brasileiros torrados sem especificação de variedade e com presença de defeitos (KALSCHNE et al., 2019; REIS et al., 2019). Portela et al. (2021) reportaram teor bastante alto (5758 mg 100 g⁻¹) em café Robusta brasileiro procedente de Rondônia. Não se observou dados para a variedade Conilon, mas Mori et al. (2020) reportaram para bebida teores de ACG de 528 to 942 µg·mL⁻¹, correspondentes a faixa de 1550 a 2650 mg 100 g⁻¹ para café torrado.

Poucos trabalhos reportam o teor de ACG em *C. canephora* torrado, alguns autores informam apenas o isômero mais estudado: ácido 5-cafeoilquínico (5-ACQ). Foram reportados teores de 5-ACQ de 40 a 518 mg 100 g⁻¹ para *C. canephora* brasileiro sem identificação de variedade (DIAS; BENASSI, 2015; DE SOUZA; BENASSI, 2012) e de 834 mg 100 g⁻¹ para café Robusta procedente da Índia (TANG et al., 2021), comparáveis aos obtidos nesse estudo (526, 559 e 1261 mg 100 g⁻¹ para Conilon, Robusta e híbridos respectivamente) (Tabela S2).

A literatura usualmente reporta o 5-ACQ, como sendo o isômero predominante da classe dos ácidos clorogênicos em café. Para cafés *C. arabica* se descreve que o 5-ACQ corresponde de 38 a 50% do total de ACG em cafés torrados (ZANIN et al., 2016; FARAH et al., 2005; PERRONE et al., 2008b), mas para *C. canephora* são reportados valores menores, de 31 a 40% dos ACG (MORI et al., 2020; PERRONE et al., 2012). Nesse estudo foram observadas proporções menores: o 5-ACQ correspondeu, na média, a 28%, 27% e 33% do total de ACG para Conilon, Robusta e os híbridos, respectivamente (Tabela S2).

Os teores de trigonelina, ACG e 5-ACQ obtidos nesse estudo (Tabelas 2, 3 e S2) estão na parte superior da faixa reportada para *C. canephora* na literatura, possivelmente pela torra menos agressiva empregada (médio/clara) mas também pela

inclusão dos cafés híbridos, que se destacaram pela maior concentração desses compostos.

Com relação aos diterpenos totais (soma dos teores de caveol, cafestol e 16-O-metilcafestol), os híbridos apresentaram maior teor (com valor médio de 471 mg 100 g⁻¹) e menor variabilidade (13%), em relação as variedades Conilon e Robusta (CVs de 23 e 38%, respectivamente, e teor médio de 346 mg 100 g⁻¹) (Tabela S3). Os valores de diterpenos totais nos cafés híbridos (Tabela S3) se destacam também na comparação com a literatura, onde são descritos teores entre 191 e 415 mg 100 g⁻¹ para Conilon (MORI et al., 2016) e na faixa de 318 até 505 mg 100 g⁻¹ para Robusta (FINOTELLO et al., 2017).

Não houve diferença nos teores de caveol entre as variedades, foram observados desde ausência até valores de 25,7 mg 100 g⁻¹; a grande variabilidade intra-variedade (CVs de 108 a 211%) pode ter contribuído para não ter sido observada diferença. Destaca-se, no entanto, que o caveol estava presente com maior frequência em amostras de híbridos (50% do total) do que em cafés Conilon e Robusta (20% e 30%, respectivamente) (Tabela 4).

Mori et al. (2016) reportaram ausência de caveol em 70% dos Conilon brasileiros do estado do Espírito Santo estudados (30 cafés, 15 genótipos em 2 ambientes de cultivos); os cafés que apresentavam caveol tinham teores na faixa de 3,7 a 14,1 mg 100 g⁻¹. Finotello et al. (2017) reportaram presença de caveol em 28% das amostras de Robusta estudadas, com teores de 2,5 a 20,0 mg 100 g⁻¹. Para cafés *C. canephora* brasileiros sem identificação de variedade foram reportados desde ausência de caveol (CAMPANHA et al., 2010; DE SOUZA; BENASSI, 2012; DIAS et al., 2014) até teor de 16,2 mg 100 g⁻¹ (KALSCHNE et al., 2019).

Para o cafestol, não houve diferença entre a variedade Conilon e os híbridos, com teores variando de 106 a 295 mg 100 g⁻¹, mas a variedade Robusta (com variabilidade de 31%) se destacou pelos baixos teores, com valor médio de 116 mg 100 g⁻¹ (Tabela 5).

Tabela 4. Teores de cafeol ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$) das variedades de *C. canephora*.: Conilon, Robusta e híbridos intervarietais de Conilon e Robusta*.

Amostras*	Variedades		
	Conilon	Robusta	Híbridos
C1, R1, H1	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
C2, R2, H2	22,2 ± 0,8	0,0 ± 0,0	18,0 ± 0,6
C3, R3, H3	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	18,4 ± 0,4
C4, C4, H4	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	18,3 ± 0,4
C5, R5, H5	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
C6, R6, H6	0,0 ± 0,0	17,9 ± 0,8	0,0 ± 0,0
C7, R7, H7	23,1 ± 1,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
C8, R8, H8	0,0 ± 0,0	23,1 ± 2,7	0,0 ± 0,0
C9, R9, H9	0,0 ± 0,0	17,6 ± 0,4	18,5 ± 0,4
C10, R10, H10	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	25,7 ± 0,3
Média**	4,5 ± 9,5^A (211%)	5,9 ± 9,5^A (163%)	9,9 ± 10,6^A (108%)

Variedades Conilon, Robusta e híbridos intervarietais de Conilon e Robusta são representados pelas letras C, R e H respectivamente, números indicam as amostras em cada variedade.

* Teor médio (n=4, duplicata de extração, duplicata de injeção) ± desvio padrão entre extrações. Valores zero indicam teores abaixo do LD ($0,794 \mu\text{g mL}^{-1}$). **Médias (± desvio padrão entre amostras) seguidas de letra maiúscula diferente na mesma linha indicam diferença significativa entre variedades (Tukey, $p \leq 0,05$), entre parênteses coeficientes de variação dentro da variedade.

Teores de cafeol de 163 a $497 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ foram reportados para *C. canephora* torrado sem identificação de variedade (CAMPANHA et al., 2010; SRIDEVI et al., 2011; DE SOUZA, BENASSI, 2012; DIAS et al., 2014; KALSCHNE et al., 2019). Mori et al. (2016) reportaram teores de cafeol entre 226 e $264 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ em 30 cafés de variedade Conilon, e Finotello et al. (2017), teores entre 130 a $282 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$, para cafés Robusta de diferentes procedências. Dessa forma, os cafés da variedade Robusta estudados se destacaram pelos teores na parte inferior ou abaixo da faixa reportada na literatura

Tabela 5. Teores de cafestol ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$) das variedades de *C. canephora*.: Conilon, Robusta e Híbridos intervarietais de Conilon e Robusta*.

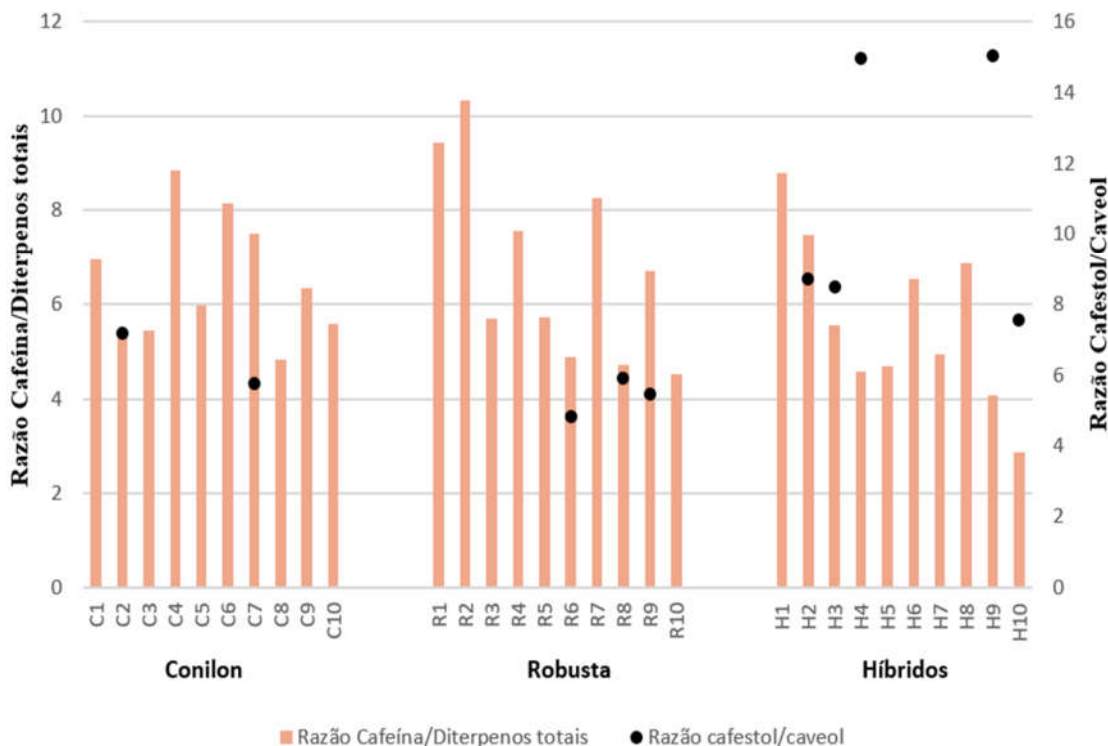
Amostras*	Variedades		
	Conilon	Robusta	Híbridos
C1, R1, H1	157 ± 12	78 ± 7	195 ± 19
C2, R2, H2	159 ± 1	165 ± 2	156 ± 6
C3, R3, H3	174 ± 14	141 ± 15	251 ± 27
C4, C4, H4	270 ± 25	79 ± 1	273 ± 19
C5, R5, H5	180 ± 19	172 ± 8	180 ± 1
C6, R6, H6	261 ± 24	87 ± 9	217 ± 15
C7, R7, H7	133 ± 1	86 ± 13	167 ± 17
C8, R8, H8	200 ± 2	136 ± 5	272 ± 13
C9, R9, H9	106 ± 11	96 ± 9	279 ± 41
C10, R10, H10	250 ± 17	119 ± 15	295 ± 36
Média	189 ± 56^A (29%)	116 ± 36^B (31%)	228 ± 51^A (23%)

Variedades Conilon, Robusta e híbridos intervarietais de Conilon e Robusta são representados pelas letras C, R e H respectivamente, números indicam as amostras em cada variedade.

* Teor médio ($n=4$, duplicata de extração, duplicata de injeção) ± desvio padrão entre extrações. **Médias (± desvio padrão entre amostras) seguidas de letra maiúscula diferente na mesma linha indicam diferença significativa entre variedades (Tukey, $p \leq 0,05$), entre parênteses coeficientes de variação dentro da variedade.

A razão dos teores de cafestol/caveol já foi correlacionada a qualidade da bebida para *C. arabica*, Barbosa et al. (2019) associaram o aumento no valor da razão com melhora na qualidade de bebida de cafés (66 amostras) procedentes de concurso de qualidade. Novaes et al. (2015) reportaram que razão cafestol/caveol acima de 1,20 estava relacionada a bebidas de *C. arabica* de boa qualidade (bebida mole). Considerando a ausência de caveol não foi possível calcular essa razão para todos os cafés, mas observou-se faixa de 4,8 a 7,2 para as variedades Robusta e Conilon, e valores mais altos (7,6 a 15,0) para os híbridos (Figura 1, Tabela 4S).

Figura 1. Razões entre os teores de cafestol/caveol e teores de cafeína/diterpenos totais das variedades de *C. canephora*: Conilon, Robusta e híbridos intervarietais de Conilon e Robusta.



Variedades Conilon, Robusta e híbridos intervarietais de Conilon e Robusta são representados pelas letras C, R e H respectivamente, números indicam as amostras em cada variedade.

Para 16-O-m etilcafestol observou-se comportamento diferenciado dos outros diterpenos: não houve diferença entre a variedade Robusta e os híbridos, com teores entre 138 e 294 mg 100 g⁻¹, mas Conilon se destacou pela maior variabilidade (CV 38%) e menor concentração (teor médio de 139 mg 100 g⁻¹) desse diterpeno (Tabela 6).

Para cafés torrados, teores de 16-O-metilcafestol de 120 a 223 mg 100 g⁻¹ foram reportados para Robustas procedentes de diferentes regiões (FINOTELLO et al., 2017) e de 26 a 132 mg 100 g⁻¹ para variedade Conilon (MORI et al., 2016). Schievano et al. (2014) e Kalschne et al. (2019) reportaram teores de 120 a 185 mg 100 g⁻¹ em *C. canephora* torrado sem identificação de variedade. Os valores de 16-O-metilcafestol para as variedades Robusta, Conilon e os híbridos (Tabela 7) ficaram na faixa superior dos teores descritos na literatura.

Tabela 6. Teores de 16-O-metilcafesol (mg 100 g⁻¹) das variedades de *C. canephora*.: Conilon, Robusta e híbridos intervarietais de Conilon e Robusta*.

Amostras*	Variedades		
	Conilon	Robusta	Híbridos
C1, R1, H1	159 ± 5	186 ± 26	200 ± 5
C2, R2, H2	201 ± 24	138 ± 12	200 ± 22
C3, R3, H3	160 ± 5	271 ± 37	270 ± 35
C4, R4, H4	226 ± 6	239 ± 19	281 ± 6
C5, R5, H5	116 ± 14	297 ± 34	231 ± 31
C6, R6, H6	101 ± 4	154 ± 19	251 ± 38
C7, R7, H7	165 ± 22	224 ± 27	294 ± 20
C8, R8, H8	53 ± 5	364 ± 9	219 ± 10
C9, R9, H9	118 ± 1	234 ± 30	186 ± 3
C10, R10, H10	91 ± 3	280 ± 1	180 ± 12
Média**	139 ± 53^B (38%)	239 ± 68^A (29%)	231 ± 41^A (18%)

Variedades Conilon, Robusta e híbridos intervarietais de Conilon e Robusta são representados pelas letras C, R e H respectivamente, números indicam as amostras em cada variedade.

* Teor médio (n=4, duplicata de extração, duplicata de injeção) ± desvio padrão entre extrações. **Médias (± desvio padrão entre amostras) seguidas de letra maiúscula diferente na mesma linha indicam diferença significativa entre variedades (Tukey, $p \leq 0,05$), entre parênteses coeficientes de variação dentro da variedade.

A literatura, no geral, apontava a ausência de 16-O-metilcafesol nos cafés *C. arabica* (BENASSI; DIAS, 2015); em relatos recentes alguns autores identificaram apenas traços do composto nessa espécie (GUNNING et al., 2018, GUERCIA et al., 2020; PORTALURI et al., 2020). Esse fato somado a estabilidade térmica do composto (SPEER et al., 1991; KEMSLEY et al., 1995) reforçam a possibilidade de que ele seja utilizado como indicador de *C. canephora*. A Norma DIN 10779, publicada originalmente em 1999 e revista em 2011, preconiza a quantificação de 16-O-metilcafesol para avaliação da porcentagem de café *C. canephora* em misturas com *C. arabica* no produto comercial torrado e moído (SPEER, KÖLLING-SPEER, 2006; DIN 10779, 2011). Pela importância do Brasil como produtor e exportador da espécie, os teores de 16-O-metilcafesol obtidos avaliando amostras

das 3 variedades podem contribuir com informação da presença deste diterpeno em cafés *C. canephora*.

Avaliando-se a ampla faixa de teores de 16-O-metilcafestol obtida neste estudo, de 53 mg 100g⁻¹ a 297 mg 100g⁻¹, sugere-se que somente a utilização do teor deste composto poderia não ser suficiente para estimar com segurança o percentual de *C. canephora* em misturas com *C. arabica*. A mesma preocupação foi reportada por Schievano et al. (2014) e Mori et al. (2016), estudando cafés Robusta e Conilon, respectivamente.

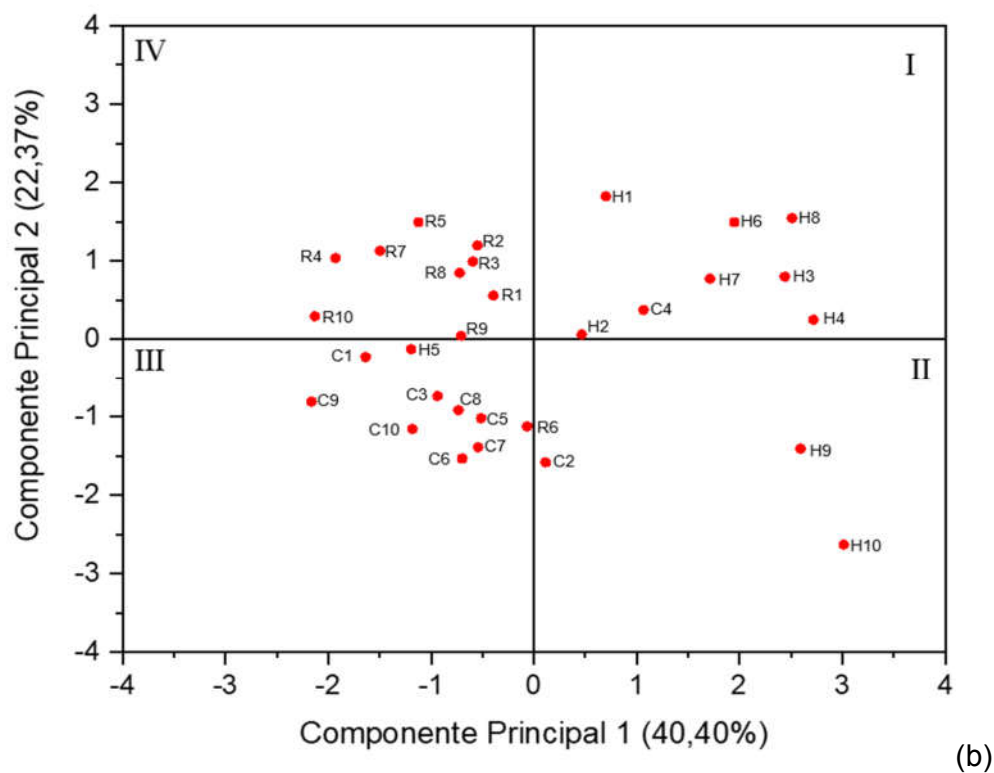
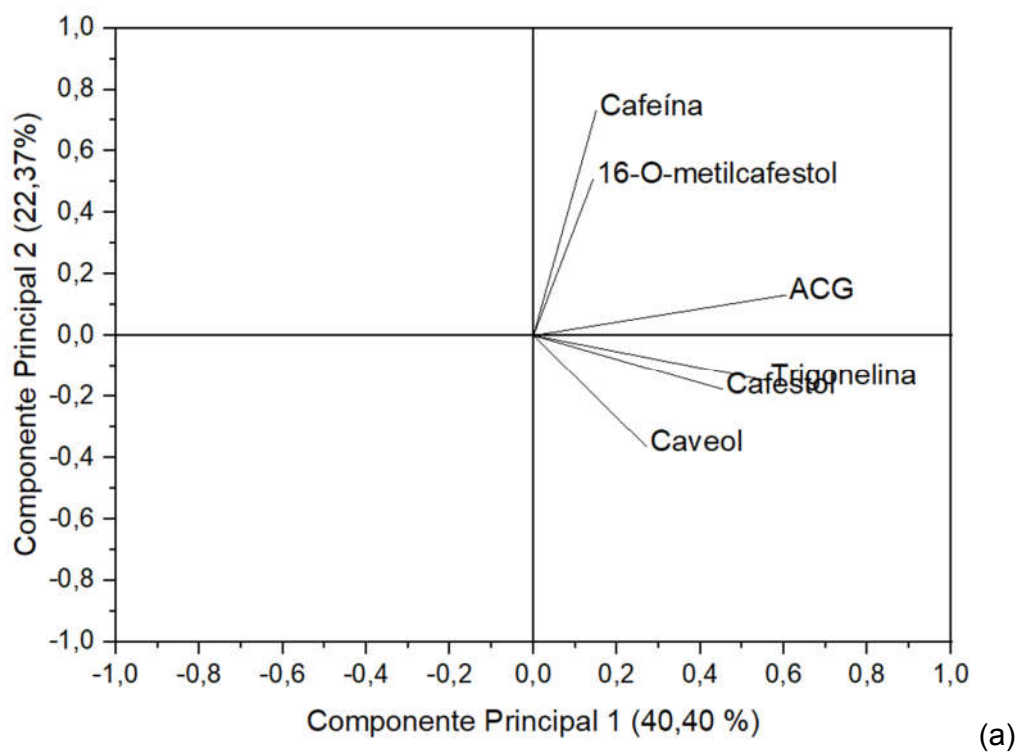
Zanin et al. (2020) propuseram o uso do parâmetro cafeína/diterpenos totais na caracterização de *C. arabica*, e sugeriram que valores maiores 2,50 poderiam indicar presença da espécie *C. canephora*. Os resultados deste estudo com valores da relação cafeína/diterpenos totais de 2,87 a 10,33 (Figura 1, Tabela S5) reforçam a empregabilidade desse parâmetro na caracterização de cafés *C. canephora*.

A análise de componentes foi empregada para caracterizar e discriminar as três variedades de *C. canephora* em relação a composição numa abordagem multivariada (Figura 2). As componentes principais 1 (CP1) e 2 (CP2) explicaram 63% da variância total. A CP 1 foi correlacionada positivamente aos parâmetros ACG, trigonelina, cafestol e caveol, enquanto a CP 2 foi positivamente correlacionada a cafeína e 16-O-metilcafestol (Figura 2a).

Os cafés híbridos foram discriminados das variedades Conilon e Robusta pela CP1, sendo alocados principalmente no primeiro e segundo quadrantes a direita do gráfico de amostras (Figura 2b), e caracterizados pelos altos teores de ACG, trigonelina, cafestol e caveol (Figura 2a).

Os cafés Conilon e Robusta foram discriminados pelo CP2, sendo alocados principalmente no terceiro (parte inferior) e quarto quadrante (parte superior), respectivamente (Figura 2b). Os Conilon se diferenciaram pelo baixo teor de cafeína e 16-O-metilcafestol (Figura 2a).

Figura 2. Análise de componentes principais considerando a composição química e das variedades de *Coffea canephora* (Conilon, Robusta e híbridos intervarietais de Conilon e Robusta): projeção das variáveis (a) e gráfico de amostras (b).



Variedades Conilon, Robusta e híbridos intervarietais de Conilon e Robusta são representados pelas letras C, R e H respectivamente, números indicam as amostras em cada variedade.

CONCLUSÃO

A cafeína e o caveol foram os únicos compostos para os quais não houve diferença significativa entre as variedades tradicionais Conilon e Robusta e os híbridos intervarietais de Conilon e Robusta. Os híbridos se destacaram pelos maiores teores de trigonelina, ácidos clorogênicos e diterpenos totais, e também pela maior incidência de caveol e valores mais altos para relação cafestol/caveol (possível indicador da qualidade de bebida) comparativamente as duas variedades tradicionais Conilon e Robusta. As variedades Conilon e Robusta diferiram significativamente somente quanto aos teores de cafestol e o 16-O-metilcafestol, sendo que Conilon se destacou pelo menor teor de 16-O-metilcafestol, e o Robusta pelo menor teor de cafestol. Conclui-se que a diferença do perfil de composição entre as variedades tradicionais *de C. canephora*, é menor do que a observada entre esses e os cafés híbridos intervarietais, que apresentam assim material de interesse e diferenciado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONSO-SALCES, R. M.; SERRA, F.; RENIERO, F.; HÉBERGER, K. Botanical and Geographical Characterization of Green Coffee (*Coffea arabica* and *Coffea canephora*): chemometric evaluation of phenolic and methylxanthine contents. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, n. 10, p. 4224-4235, 2009.

BARBOSA, M. S. G.; SCHOLZ, M. B. S.; KITZBERGER, C. S. G.; BENASSI, M. T. Correlation between the composition of green Arabica coffee beans and the sensory quality of coffee brews. **Food Chemistry**, v. 292, p. 275-280, 2019.

BENASSI, M. T.; DIAS, R. C. E. Assay of Kahweol and Cafestol in Coffee. In: Victor R. Preedy. (Org.). **Coffee in Health and Disease Prevention**, v. 1, p. 993-1004, 2015.

CAFÉS DE RONDÔNIA – **O mundo do café na Amazônia. Rondônia: Embrapa Rondônia**, n. 2, set. 2017. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/rondonia/cafes-de-rondonia>>. Acesso em: 17 junho 2021.

CAMPANHA, F.G.; DIAS, R.C.E.; BENASSI, M.T. Discrimination of coffee species using kahweol and cafestol: effects of roasting and of defects. **Coffee Science**, v. 5, n.1 p. 87-96, 2010.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: Café** – v.6. Safra 2020. n. 1. Primeiro Levantamento, janeiro 2020. Disponível em:

<http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/levantamento/conab_n1.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2021.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: Café** – v.6. Safra 2021. n. 1. Primeiro Levantamento, janeiro 2021. Disponível em: <http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/levantamento/conab_n1.pdf>. Acesso em: 17 junho 2021.

CORSO, M. P.; VIGNOLI, J. A.; BENASSI, M. T. Development of an instant coffee enriched with chlorogenic acids. **Journal of Food Science and Technology**, v. 53, n. 3, p. 1380-1388, 2016.

DALAZEN, J.R; ROCHA, R.B.; PEREIRA, L.L.; ALVES, E. A.; ESPINDULA, M.C.; SOUZA, C.A. Beverage quality of most cultivated *Coffea canephora* clones in the Western Amazon. **Coffee Science**, v. 15, e151711,, 2020.

DE SOUZA, R. M. N.; BENASSI, M. T. Discrimination of commercial roasted and ground coffees according to chemical composition. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 23, n. 7, p. 1347–1354, 2012.

DIAS, R. C. E.; BENASSI, M. T. Discrimination between Arabica and Robusta coffees using hydrosoluble compounds: Is the efficiency of the parameters dependent on the roast degree? **Beverages**, v. 1, n. 3, p. 127–139, 2015.

DIN. DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG 10779:2011-03: **Analysis of coffee and coffee products - Determination of 16-O-methyl cafestol content of roasted coffee - HPLC-method**. Alemanha: Beuth. p. 1-12, 2011.

DIAS, R. C. E.; FARIA-MACHADO, A. F.; MERCADANTE, A. Z.; BRAGAGNOLO, N.; BENASSI, M. T. Roasting process affects the profile of diterpenes in coffee. **European Food Research and Technology**, v. 239, n. 6, p. 961–970, 2014.

FARAH, A.; PAULIS, T.; TRUGO, L. C.; MARTIN, P. R. Effect of roasting on the formation of chlorogenic acid lactones in coffee. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 5, p. 1105-1113, 2005.

FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A.; VOLPI, P. S.; FILHO, A. C. V.; PACOVA, B. E. V.; FERRÃO, L. F. *Coffea canephora* breeding. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G.; MUNER, L. H. de. **Café Conilon**. Vitória, ES: Incaper, p. 145-201, 2019

FINOTELLO, C.; FORZATO, C.; GASPARINI, A.; MAMMI, S.; NAVARINI, L.; SCHIEVANO, E. NMR quantification of 16-O-methylcafestol and kahweol in *Coffea canephora* var. robusta beans from different geographical origins. **Food Control**, v. 75, p. 62-69, 2017.

GUERCIA, E., COLOMBAN, S., NAVARINI, L. 16-O-Methylated diterpenes in green *Coffea arabica*: ultra-high-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry method optimization and validation. **Journal of Mass Spectrometry**, v.

55, n. 11, e4636, 2020.

GUNNING, Y., DEFERNEZ, M., WATSON, A.D., BEADMAN, N., COLQUHOUN, I.J., GALL, G.L., PHILO, M., GARWOOD, H., WILLIAMSON, D., DAVIS, A.P., KEMSLEY, E.K. 16-O-methylcafestol is present in ground roast Arabica coffees: Implications for authenticity testing. **Food Chemistry**, v. 248, p. 52-60, 2018.

HEČIMOVIĆ, I.; BELŠČAK-CVITANOVIĆ, A.; HORŽIĆ, D.; KOMES, D. Comparative study of polyphenols and caffeine in different coffee varieties affected by the degree of roasting. **Food Chemistry**, v. 129, n. 3, p. 991-1000, 2011.

KALSCHNE, D; L.; VIEGAS, M. C.; DE CONTI, A. J.; CORSO, M. P.; BENASSI, M. T. Effect of steam treatment on the profile of bioactive compounds and antioxidant activity of defective roasted coffee (*Coffea canephora*). **LWT- Food Science and Technology**, v. 99, p. 364-370, 2019.

KEMSLEY, E. Discrimination between *Coffea arabica* and *Coffea canephora* variant robusta beans using infrared spectroscopy. **Food Chemistry**, v. 54, n. 3, p. 321-326, 1995.

KY, C. L.; LOUARN, J.; DUSSERT, S.; GUYOT, B.; HAMON, S.; NOIROT, M. Caffeine, trigonelline, chlorogenic acids and sucrose diversity in wild *Coffea arabica* L. and *C. canephora* P. accessions. **Food Chemistry**, v. 75, n. 2, p. 223–230, 2001.

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Sumário Executivo de Café. Janeiro, 2021**. Disponível em: <http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/informe_estatistico/Sumario_Cafe_Janeiro_2021.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2021.

MENDES, L. C.; MENEZES, H. C.; SILVA, M. A. A. P. Optimization of the roasting of robusta coffee (*C. canephora* conillon) using acceptability tests and RSM. **Food Quality and Preference**, v. 12, n. 2, p. 10, 2001.

MORI, A. L. B.; KALSCHNE, D. L.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, R.G.; BENASSI, M. T. Diterpenes in *Coffea canephora*. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 52, p. 52–57, 2016.

MORI, A. L. B.; VIEGAS, M.C.; FERRÃO, M. A, G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, R.G.; BENASSI, M. T. Coffee brews composition from *Coffea canephora* cultivars with different fruit-ripening seasons. **British Food Journal**, v. 122, n. 3, p. 827 – 840, 2020.

NOVAES, F. J. M.; OIGMAN, S. S.; SOUZA, R. O. M. A.; REZENDE, C. M.; AQUINO NETO, F. R. New approaches on the analyses of thermolabile coffee diterpenes by gas chromatography and its relationship with cup quality. **Talanta**, v. 139, p. 159-166, 2015.

OIC - ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ. **Relatório sobre o mercado de Cafeeiro – Fevereiro, 2021**. Disponível em: <http://consorciopesquisacafe.com.br/arquivos/consorcio/publicacoes_tecnicas/relatorio_oic_fevereiro_2021.pdf>. Acesso em: 17 junho 2021.

OIC- ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ. **Relatório sobre o mercado de Cafeeiro – Janeiro, 2016.** Disponível em: <
http://consorciopesquisacafe.com.br/arquivos/consorcio/publicacoes_tecnicas/Relatorio_sobre_o_mercado_de_cafe_Janeiro_2016.pdf>. Acesso em: 17 junho 2021.

PERRONE, D.; DONANGELO, C. M.; FARAH, A. Fast simultaneous analysis of caffeine, trigonelline, nicotinic acid and sucrose in coffee by liquid chromatography–mass spectrometry. **Food Chemistry**, v. 110, n. 4, p. 1030-1035, 2008a.

PERRONE, D.; FARAH, A.; DONANGELO, C. M.; DE PAULIS, T.; MARTIN, P. R. Comprehensive analysis of major and minor chlorogenic acids and lactones in economically relevant Brazilian coffee cultivars. **Food Chemistry**, v. 106, n. 2, p. 859-867, 2008b.

PERRONE, D.; FARAH, A.; DONANGELO, C. M. Influence of coffee roasting on the incorporation of phenolic compounds into melanoidins and their relationship with antioxidant activity of the brew. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, n. 17, p. 4265–4275, 2012.

PINHEIRO, C.A.; PEREIRA, L.L.; FIORESI, D.B.; OLIVEIRA, D.S.; OSORIO, V. M.; SILVA, J. A.; PREREIRA, U. A.; FERRRÃO, M. A. G.; RIVA-SOUZA, E. M.; FONSECA, A. F.A.; PINHEIRO, P. F. Physico-chemical properties and sensory profile of *Coffea canephora* genotypes in high-altitudes. **Australian Journal of Crop Science**, v. 13, n. 12, p.2046 - 2052, 2019.

PORTALURI, V.; THOMAS, F.; GUYADER, S.; JAMIN, E.; BERTRAND, B.; REMAUD, G. S.; SCHIEVANO, E.; MAMMI, S.; GUERCIA, E.; NAVARINI, L. Limited genotypic and geographic variability of 16-O-methylated diterpene content in *Coffea arabica* green beans. **Food Chemistry**, v. 329, p. 127-129, 2020.

PORTELA, C. S.; ALMEIDA, I. F.; MORI, A. L. B.; YAMASHITA, F.; BENASSI, M. T. Brewing conditions impact on the composition and characteristics of cold brew Arabica and Robusta coffee beverages. **LWT- Food Science and Technology**, v. 143, p. 111090, 2021.

REIS, T. A. D.; CONTI, A. J.; BARRIENTOS, E. A. L.; MORI, A. L. B.; BENASSI, M. T. Instant coffee with steamed PVA beans: physical-chemical and sensory aspects. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 43, n. 9, p. 1-9, 2019.

SCHIEVANO, E., FINOTELLO, C., DE ANGELIS, E., MAMMI, S., NAVARINI, L. Rapid authentication of coffee blends and quantification of 16-O-methylcafestol in roasted coffee beans by nuclear magnetic resonance. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62, 12309-12314, 2014.

SOUZA, F. F.; FERRÃO, L. F. V.; CAIXETA, E. T.; SAKIYAMA, N. S.; PEREIRA, A. A.; OLIVEIRA, A. C. B. Aspectos gerais da biologia e da diversidade genética de *Coffea canephora*. In: MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M. C. **Café na Amazônia**. 1. ed. Brasília: Embrapa Rondônia, 474 p., 2015.

SPEER, K.; KÖLLING-SPEER, I. The lipid fraction of the coffee bean. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 18, n. 1, p. 201-216, 2006.

SPEER, K., TEWIS, R.; MONTAG, A. 16-o-methylcafestol a quality indicator for coffee. ASIC, San Francisco, 1991. **Proceedings of 14 ASIC Conference**, p. 237-244, 1991.

SRIDEVI, V.; GIRIDHAR, P.; RAVISHANKAR, G.A. Evaluation of roasting and brewing effect on antinutritional diterpenes-cafestol and kahweol in coffee. **Global Journal of Medical Research**, v. 11, 16-22, 2011.

TANG, V. C. Y.; SUN, J.; CORNUZ, M.; YU, B.; LASSABLIERE, B. Effect of solid-state fungal fermentation on the non-volatiles content and volatiles composition of *Coffea canephora* (Robusta) coffee beans. **Food Chemistry**, v. 337, p. 128023, 2021.

TEIXEIRA, A. L.; ROCHA, R. B.; ESPÍNDULA, M. C.; RAMALHO, A. R.; VIEIRA JÚNIOR, J. R.; ALVES, E. A.; LUNZ, A. M. P.; SOUZA, F. F.; COSTA, J. N. M.; FERNANDES, C. F. Amazonian Robustas - new *Coffea canephora* coffee cultivars for the Western Brazilian Amazon. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 20, n.3, p. 1-5, 2020.

VIGNOLI, J. A.; VIEGAS, M. C.; BASSOLI, D. G.; BENASSI, M. T. Roasting process affects differently the bioactive compounds and the antioxidant activity of arabica and robusta coffees. **Food Research International**, v. 61, n. 1, p. 279–285, 2014.

ZANIN, R. C.; CORSO, M. P.; KITZBERGER, C. S. G.; SCHOLZ, M. B. S.; BENASSI, M. T. Good cup quality roasted coffees show wide variation in chlorogenic acids content. **LWT - Food Science and Technology**, v. 74, p. 480-483, 2016.

ZANIN, R. C.; KITZBERGER, C. S. G.; BENASSI, M. T. Characterization of roasted coffee arabica species by the relationship between caffeine and diterpenes contents. **Brazilian Archives Of Biology And Technology**, v. 63, p. 1-8, 2020.

Material suplementar**Tabela S1.** Descrição da variedade e procedência dos cafés *C. canephora*

Amostra (Código)	Clone	Local	Variedade
C1	125	Jirau	Conilon
C2	BRS 2357	Porto Velho	Conilon
C3	160	Cruzeiro do Sul	Conilon
C4	125	Jirau	Conilon
C5	Conilon	Jirau	Conilon
C6	L7 P2	Malvinas	Conilon
C7	BRS 2357	Cruzeiro do Sul	Conilon
C8	L8 P1	Malvinas	Conilon
C9	188	Jirau	Conilon
10C	L13 P2	Malvinas	Conilon
R1	420	Ouro Preto	Robusta
R2	446	Ouro Preto	Robusta
R3	439	Ouro Preto	Robusta
R4	401	Ouro Preto	Robusta
R5	426	Ouro Preto	Robusta
R6	439	Ouro Preto	Robusta
R7	417	Ouro Preto	Robusta
R8	407	Ouro Preto	Robusta
R9	404	Ouro Preto	Robusta
R10	440	Ouro Preto	Robusta
H1	BRS 3193	Rolim de Moura	Híbridos
H2	BRS 2299	Rolim De Moura	Híbridos
H3	BRS 2299	Ouro Preto	Híbridos
H4	BRS 2314	Ouro Preto	Híbridos
H5	BRS 2336	Rolim de Moura	Híbridos
H6	BRS 2299	Porto Velho	Híbridos
H7	BRS 3137	Ouro Preto	Híbridos
H8	BRS 2299	Cruzeiro do Sul	Híbridos
H9	BRS 1216	Ouro Preto	Híbridos
H10	BRS 3210	Ouro Preto	Híbridos

Tabela S2. Teores de ácido 5-cafeoilquínico (mg 100g⁻¹) das variedades de *C. canephora*: Conilon, Robusta e híbridos intervarietais de Conilon e Robusta*.

	Variedades		
	Conilon (C)	Robusta (R)	Híbridos (H)
C1, R1, H1	388 ± 4	632 ± 19	766 ± 16
C2, R2, H2	657 ± 15	817 ± 71	690 ± 6
C3, R3, H3	554 ± 65	710 ± 35	1441 ± 69
C4, C4, H4	733 ± 33	440 ± 25	1530 ± 25
C5, R5, H5	715 ± 45	417 ± 21	518 ± 40
C6, R6, H6	456 ± 11	587 ± 89	1136 ± 91
C7, R7, H7	554 ± 35	561 ± 3	1651 ± 68
C8, R8, H8	513 ± 26	431 ± 7	1673 ± 14
C9, R9, H9	342 ± 11	677 ± 8	1697 ± 78
C10, R10, H10	353 ± 9	317 ± 9	1507 ± 91
Média	526 ± 144^B (27%)	559 ± 155^B (28%)	1261 ± 449^A (36%)

Variedades Conilon, Robusta e híbridos intervarietais de Conilon e Robusta são representados pelas letras C, R e H respectivamente, números indicam as amostras em cada variedade.

* Teor médio (n=4, duplicata de extração, duplicata de injeção) ± desvio padrão entre extrações.

**Médias (± desvio padrão entre amostras) seguidas de letra maiúscula diferente na mesma linha indicam diferença significativa entre variedades (Tukey, p ≤ 0,05), entre parênteses coeficientes de variação dentro da variedade.

Tabela S3. Teores de diterpenos totais (mg 100g⁻¹) das variedades de *C. canephora*.: Conilon, Robusta e híbridos intervarietais de Conilon e Robusta*.

Amostras*	Variedades		
	Conilon	Robusta	Híbridos
C1, R1, H1	321	281	411
C2, R2, H2	325	320	375
C3, R3, H3	355	428	538
C4, R4, H4	298	335	568
C5, R5, H5	331	480	410
C6, R6, H6	225	428	484
C7, R7, H7	266	327	460
C8, R8, H8	510	524	490
C9, R9, H9	308	348	480
C10, R10, H10	379	416	498
Média**	332 ± 76^B (23%)	359 ± 137^B (38%)	471 ± 59^A (13%)

Variedades Conilon, Robusta e híbridos intervarietais de Conilon e Robusta são representados pelas letras C, R e H respectivamente, números indicam as amostras em cada variedade.

* Soma dos teores de cafeol, cafestol e 16-O-metilcafestol

**Médias (± desvio padrão entre amostras) seguidas de letra maiúscula diferente na mesma linha indicam diferença significativa entre variedades (Tukey, $p \leq 0,05$), entre parênteses coeficientes de variação dentro da variedade.

Tabela S4. Relação dos teores de cafestol/caveol das variedades de *C. canephora*.: Conilon, Robusta e híbridos intervarietais de Conilon e Robusta*.

	Variedades		
	Conilon (C)	Robusta (R)	Híbridos (H)
C1, R1, H1	-	-	-
C2, R2, H2	7,19	-	8,69
C3, R3, H3	-	-	8,50
C4, C4, H4	-	-	14,94
C5, R5, H5	-	-	-
C6, R6, H6	-	4,83	-
C7, R7, H7	5,75	-	-
C8, R8, H8	-	5,91	-
C9, R9, H9	-	5,46	15,04
C10, R10, H10	-	-	7,56

Variedades Conilon, Robusta e híbridos intervarietais de Conilon e Robusta são representados pelas letras C, R e H respectivamente, números indicam as amostras em cada variedade.

- Amostras para as quais não foi possível calcular a relação por não terem presença de caveol

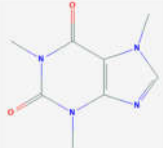
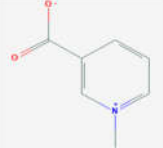
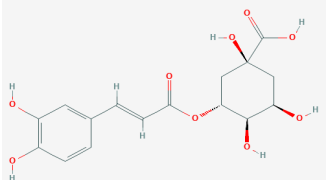
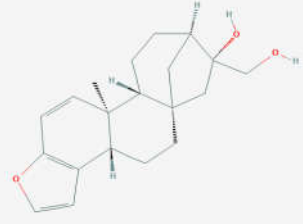
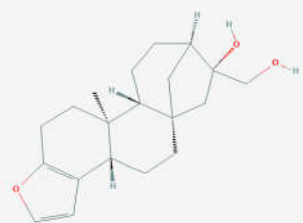
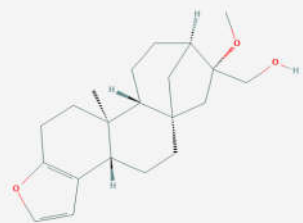
Tabela S5. Relação dos teores de cafeína/diterpenos totais das variedades de *C. canephora*.: Conilon, Robusta e Híbridos intervarietais de Conilon e Robusta*.

Amostra*	Variedades		
	Conilon	Robusta	Híbridos
C1, R1, H1	6,94	9,42	8,80
C2, R2, H2	5,32	10,33	7,49
C3, R3, H3	5,44	5,69	5,54
C4, R4, H4	8,86	7,57	4,58
C5, R5, H5	5,98	5,72	4,68
C6, R6, H6	8,15	4,89	6,52
C7, R7, H7	7,50	8,25	4,93
C8, R8, H8	4,82	4,72	6,86
C9, R9, H9	6,33	6,70	4,08
C10, R10, H10	5,59	4,52	2,87

Variedades Conilon, Robusta e híbridos intervarietais de Conilon e Robusta são representados pelas letras C, R e H respectivamente, números indicam as amostras em cada variedade.

Anexo A

Estruturas Químicas dos Compostos Avaliados no Estudo

Composto	Estrutura
<p style="text-align: center;">Cafeína (1,3,7-trimetilxantina)</p>	
<p style="text-align: center;">Trigonelina (1-metilpiridina-1-ion-3-carboxilato)</p>	
<p style="text-align: center;">5-ACQ ((1<i>S</i>,3<i>R</i>,4<i>R</i>,5<i>R</i>)-3-[(<i>E</i>)-3-(3,4-dihidroxifenil)prop-2-enil]oxi-1,4,5-trihidroxiciclohexano-1- ácido carboxílico)</p>	
<p style="text-align: center;">Caveol ((1<i>S</i>,4<i>S</i>,12<i>S</i>,13<i>R</i>,16<i>R</i>,17<i>R</i>)-17-(hidroximetil)-12-metil-8-oxapentaciclo[14.2.1.0^{1,13}.0^{4,12}.0^{5,9}]nonadeca-5(9),6,10-trien-17-ol)</p>	
<p style="text-align: center;">Cafestol (1<i>S</i>,4<i>S</i>,12<i>S</i>,13<i>R</i>,16<i>R</i>,17<i>R</i>)-17-(hidroximetil)-12-metil-8-oxapentaciclo[14.2.1.0^{1,13}.0^{4,12}.0^{5,9}]nonadeca-5(9),6-dien-17-ol</p>	
<p style="text-align: center;">16-O-metilcafestol [(1<i>S</i>,4<i>S</i>,12<i>S</i>,13<i>R</i>,16<i>R</i>,17<i>R</i>)-17-metoxi-12-metil-8-oxapentaciclo[14.2.1.0^{1,13}.0^{4,12}.0^{5,9}]nonadeca-5(9),6-dien-17-il]metanol</p>	

Fonte: Pubchem, 2021.

ANEXO B

Cromatogramas típicos dos compostos em amostra de híbrido intervarietal de Conilon e Robusta: a) trigonelina (260 nm); b) cafeína (272 nm), c) 5-ACQ (320 nm), d) caveol (290 nm), e) cafestol e 16-O-metilcafestol.

