

## **Diterpenos em cafés *Coffea canephora* híbridos naturais cultivados em Rondônia**

### **Diterpens in natural hybrid *Coffea canephora* coffees grained in Rondonia**

DOI:10.34117/bjdv9n1-031

Recebimento dos originais: 05/12/2022

Aceitação para publicação: 02/01/2023

#### **Julyene da Silva Francisco**

Mestrado em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina

Instituição: Universidade Estadual de Londrina

Endereço: UEL, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Rodovia Celso Garcia Cid, PR 445, Km 380, Campus Universitário, Londrina – PR, CEP: 86057-970

E-mail: ju.francisco89@gmail.com

#### **Claudimara da Silva Portela**

Mestrado em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina

Instituição: Universidade Estadual de Londrina

Endereço: UEL, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Rodovia Celso Garcia Cid, PR 445, Km 380, Campus Universitário, Londrina – PR, CEP: 86057-970

E-mail: claudimaraportela@hotmail.com

#### **Janderson Rodrigues Dalazen**

Doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia pela Universidade Federal de Rondônia

Instituição: Entidade Autárquica de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Rondônia

Endereço: EMATER, Av. Farquar, 2986, Pedrinhas, Porto Velho – RO, CEP: 76801-470

E-mail: janderson@emater-ro.com.br

#### **Rodrigo Barros Rocha**

Doutorado em Genética e Melhoramento pela Universidade Federal de Viçosa

Instituição: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Endereço: Centro de Pesquisa Agroflorestal de Rondônia, EMBRAPA, BR 364, Km 5,5, Zona Rural, Porto Velho, RO, CEP: 78900-970

E-mail: rodrigo.rocha@embrapa.br

#### **Enrique Anastácio Alves**

Doutorado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa

Instituição: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Endereço: Centro de Pesquisa Agroflorestal de Rondônia, EMBRAPA, BR 364, Km 5,5, Zona Rural, Porto Velho, RO, CEP: 78900-970

E-mail: enrique.alves@embrapa.br

**André Luiz Buzzo Mori**

Doutorado em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina  
Instituição: Universidade Estadual de Londrina

Endereço: UEL, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Rodovia Celso Garcia Cid, PR 445, Km 380, Campus Universitário, Londrina – PR, CEP: 86057-970  
E-mail: buzzo.mori@uel.br

**Marta de Toledo Benassi**

Doutorado em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas  
Instituição: Universidade Estadual de Londrina

Endereço: UEL, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Rodovia Celso Garcia Cid, PR 445, Km 380, Campus Universitário, Londrina – PR, CEP: 86057-970  
E-mail: martatb@uel.br

**RESUMO**

O estado de Rondônia tem se destacado nos últimos anos no cenário da cafeicultura nacional em função de melhorias na produtividade das lavouras e qualidade da bebida dos *Coffea canephora* produzidos. Devido as suas condições edafoclimáticas, Rondônia produz as duas variedades comerciais de *C. canephora*, Conilon e Robusta, o que permitiu a hibridização natural a campo entre variedades. Na literatura há pouca disponibilidade de dados de diterpenos em café torrado, notadamente para *C. canephora*. O objetivo do estudo foi caracterizar cafés *C. canephora* híbridos naturais de Conilon e Robusta quanto aos teores de diterpenos. Três genótipos (clones 03, 08 e 25) provenientes de dois locais de cultivo (Cacoal e Ouro Preto) foram estudados. Os cafés torrados foram avaliados quanto aos teores de cafestol, caveol e 16-*O*-metilcafestol por CLUE. Os resultados foram analisados por ANOVA e teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Os teores de cafestol e 16-*O*-metilcafestol variaram de 224 a 381 mg 100 g<sup>-1</sup> e de 258 a 356 mg 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente. Para caveol observou-se desde ausência até 30,4 mg 100 g<sup>-1</sup>. O teor de diterpenos sofreu influência da genética e local de cultivo, e verificou-se interação entre genótipo e ambiente. Entre os diterpenos avaliados, caveol apresentou a maior variabilidade. O clone 25 apresentou presença dos três diterpenos nos dois locais de cultivo estudados, destacando-se pelos maiores teores de caveol. No geral, os híbridos apresentaram altos teores de diterpenos, notadamente 16-*O*-metilcafestol, em comparação ao relatado na literatura para as variedades Conilon e Robusta da espécie *C. canephora*.

**Palavras-chave:** robusta, conilon, Amazônia.

**ABSTRACT**

The Rondônia state has stood out recently in the national coffee production scenario due to improved crop productivity and good cup quality *Coffea canephora* production. Due to its edaphoclimatic conditions, Rondônia produces the two commercial varieties of *C. canephora*, Conilon and Robusta, allowing a natural hybridization between varieties in the field. There is little data on diterpenes profile in roasted coffee in the literature, especially for *C. canephora*. The objective of the study was to characterize *C. canephora* coffees, natural hybrids of Conilon and Robusta, in terms of diterpene contents. Three genotypes (clones 03, 08, and 25) from two cultivation sites (Cacoal and Ouro Preto) were studied. Roasted coffees were evaluated regarding cafestol, kahweol and 16-*O*-methylcafestol contents by UPLC. The results were analyzed by ANOVA and Tukey's

test ( $p \leq 0.05$ ). Cafestol and 16-*O*-methylcafestol contents ranged from 224 to 381 mg 100 g<sup>-1</sup> and 258 to 356 mg 100 g<sup>-1</sup>, respectively. For kahweol content, it was observed from absence to 30,4 mg 100 g<sup>-1</sup>. The diterpenes content was affected by genetics and the cultivation site, and there was an interaction between genotype and environment. Among the diterpenes evaluated, kahweol had the greatest variability. Clone 25 showed the presence of the three diterpenes in the two cultivation sites studied, standing out for the highest kahweol content. In general, the hybrids had high contents of diterpenes notably 16-*O*-methylcafestol, compared to the reported in the literature for the Conilon and Robusta varieties of *C. canephora* species.

**Keywords:** robusta, conilon, Amazon region.

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café verde, e o segundo maior produtor da espécie *Coffea canephora* (ICO, 2022). Atualmente, o estado de Rondônia é o segundo maior produtor de *C. canephora* no país, e atingiu essa posição devido ao investimento em melhorias na produtividade com a substituição de lavouras de origem seminais por lavouras clonais, utilizando clones selecionados pelos próprios agricultores da região (Fiorott; Sturm, 2015, Dalazen et al., 2019, Teixeira et al., 2020).

Entre as variedades botânicas de *C. canephora* comercialmente cultivadas, destacam-se Conilon e Robusta (Fiorott; Sturm, 2015, Souza et al., 2015). Devido à maior demanda de água da Robusta, seu cultivo se restringe à região Amazônica, que apresenta clima favorável (Souza et al., 2015). Em função de ocorrer em Rondônia o plantio das duas variedades, a hibridização entre elas ocorreu naturalmente a campo, e ao longo de anos identificou-se genótipos com características híbridas que tem se destacado pela boa qualidade de bebida e produtividade (Espindula et al., 2017, Dalazen et al., 2020).

Entre os diversos compostos presentes no café responsáveis pela qualidade da bebida e efeitos fisiológicos positivos à saúde, os diterpenos, cafestol, caveol e 16-*O*-metilcafestol (16-OMC) (Ren et al., 2019, Moenfarde; Alves, 2020) têm sido menos estudados. Na literatura, a maior parte dos dados de composição se restringe à espécie *Coffea arabica* e há divergências quanto ao perfil de diterpenos em *C. canephora*.

Para a espécie *C. canephora*, cafestol é usualmente descrito como o diterpeno predominante (76 a 363 mg 100 g<sup>-1</sup>), caveol é citado como ausente ou presente em baixos teores (até 20 mg 100 g<sup>-1</sup>), e para 16-OMC é reportada também grande variação (ausência a 223 mg 100 g<sup>-1</sup>) (Moenfarde; Alves, 2020, Benassi; Dias, 2015, Campanha et al., 2010, Dias et al., 2014, De Souza; Benassi, 2012). Apesar do teor de diterpenos ser afetado pela

diversidade genética e condições edafoclimáticas (Kitzberger et al., 2013, Mori et al., 2016), muitos estudos não identificam a variedade da espécie *C. canephora* empregada e as condições da região de cultivo. Estudo preliminar com híbridos intervarietais naturais de Conilon e Robusta cultivados em algumas regiões da Amazônia Ocidental, indicou uma tendência a altos teores de diterpenos (Francisco et al., 2021). Entre esses híbridos, destacamos o interesse pelos clones 03, 08 e 25 que estão presentes em 80 %, 89 % e 88 % dos campos de Rondônia, respectivamente (Espindula et al., 2017, Dalazen et al., 2020).

Assim, o objetivo do trabalho foi caracterizar, com relação aos teores de cafeol, cafeol e 16-OMC, esses clones de *C. canephora* híbridos intervarietais naturais de Conilon e Robusta, cultivados em duas diferentes regiões do estado de Rondônia.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 MATERIAIS

Foram empregadas 6 amostras de cafés clonais da espécie *C. canephora*, híbridos naturais das variedades Conilon e Robusta, fornecidos pela Embrapa Rondônia. Foram estudados três genótipos (clones 03, 08 e 25) de maturação intermediária, sendo cada clone produzido em dois locais de cultivo no estado de Rondônia. Cacoal, situada na região de Rio Machado, tem altitude de 179 m, temperatura média de 24,0°C e precipitação anual de 1899 mm, é o segundo maior produtor no estado (Dalazen et al., 2020). Ouro Preto do Oeste, na região Central, tem maior altitude (237 m), temperatura média (24,3°C) e precipitação (1922 mm), e foi recentemente apontada como sendo ambiente favorável ao desenvolvimento de cafés com boa qualidade de bebida estudando-se 16 clones híbridos (Morais et al., 2021).

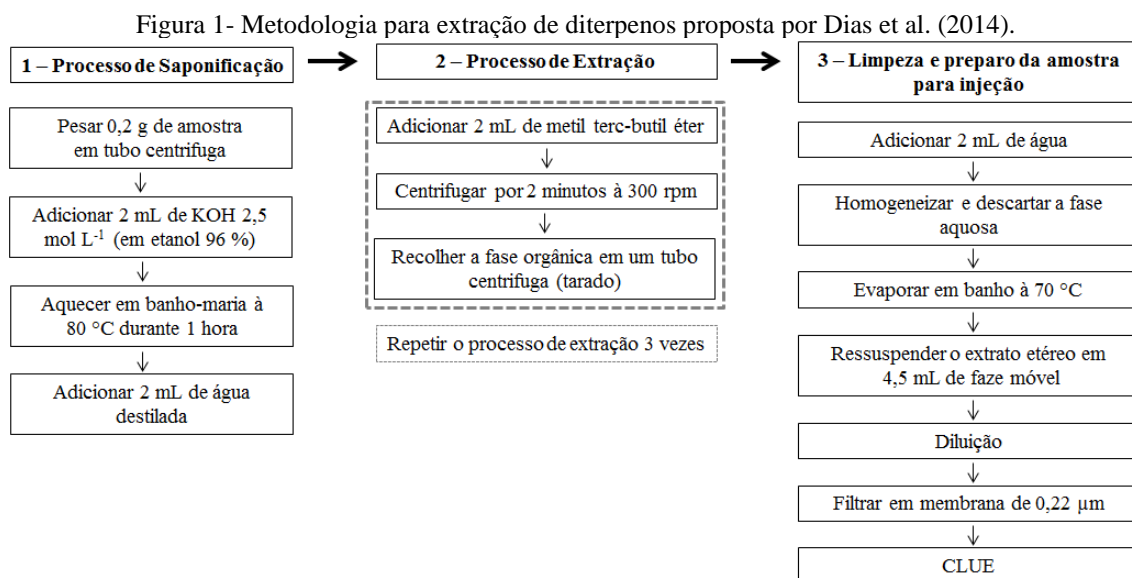
Os frutos de café foram colhidos (aproximadamente 300 g por amostra) e beneficiados no ano de 2018, entre os meses de abril e junho. Os frutos foram secados em terreiros ao sol de forma natural e beneficiados. O grão de café verde foi armazenado em sacos plásticos sob refrigeração (8 °C) até a torra.

As amostras foram submetidas ao processo de torra média em torrador piloto a gás Rod Bel a 210 – 230 °C, entre 8 e 14 min. Para obtenção de grau de torra padronizado, foram avaliadas a cor, visualmente, e a perda de peso, em torno de 16 %, considerado adequado para *C. canephora* (Mendes et al., 2001). Os grãos torrados foram moídos em moedor de café Krups GVX 2 até granulometria fina e armazenados sob refrigeração (8 °C) até o momento das análises.

Os cafés torrados e moídos foram caracterizados como de torra média-clara (luminosidade de  $31 \pm 2$  e tonalidade cromática de  $39 \pm 4$ ) utilizando um colorímetro Konica Minolta Chroma Meter CR-400. A umidade ( $2,1 \pm 0,2 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ ) foi determinada em medidor de umidade Ohaus-MB45, a  $105 \text{ }^\circ\text{C}$  por 7 min. Os resultados de umidade foram utilizados para o cálculo da concentração dos diterpenos em base seca.

## 2.2 METODOLOGIA

O processo de extração dos diterpenos foi realizado de acordo com a metodologia proposta por Dias et al. (2014), empregando saponificação direta a quente e extração líquido/líquido (Figura 1). Foram realizadas duplicatas genuínas de extração.



A análise dos diterpenos foi realizada conforme descrito por Francisco et al. (2021) e as condições são apresentadas na Tabela 1. A quantificação foi realizada por padronização externa utilizando curvas analíticas com 6 pontos em triplicata ( $r = 0,99$ ;  $p < 0,01$ ).

Tabela 1 - Condições cromatográficas para análise de caveol, cafestol e 16-*O*-metilcafestol baseadas em Francisco et al. (2021).

<b>Fase estacionária</b>	Coluna Supelcosil LC-18 (15 cm x 3 mm, 3 $\mu$ m) (Supelco Park, Bellefonte, EUA), temperatura de 26 °C	
<b>Fase móvel</b>	Eluição	Isocrática: Acetonitrila:Água (55:45, v/v)
	Vazão	0,7 mL min <sup>-1</sup>
<b>Deteção</b>	230 nm, para cafestol e 16- <i>O</i> -metilcafestol 290 nm, para caveol	
<b>Volume de injeção</b>	3 $\mu$ L	

Para avaliar efeito do local de cultivo e da variabilidade genética no teor de diterpenos, os resultados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) utilizando o programa Rstudio versão 4.1.1 (R Core Team, 2021). O local de cultivo (principal/parcela) e o genótipo (secundária/sub-parcela) foram considerados como tratamentos em um esquema de parcelas subdivididas. A ocorrência de interação ( $p \leq 0,05$ ) entre os tratamentos indica que o teor do diterpeno em cada genótipo sofre influência diferenciada em relação ao local de cultivo.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os três diterpenos estudados, observou-se diferença entre clones e entre locais de cultivo, e ocorreu ainda interação entre genótipo e ambiente. Desse modo, os teores de cada diterpeno em cada genótipo sofreram influência diferenciada do ambiente de cultivo (Tabela 2).

Tabela 2: Teores\* de diterpenos em cafés híbridos intervarietais de Conilon e Robusta, oriundos de dois diferentes locais de cultivo.

Composto	Local de Cultivo	Genótipo		
		Clone 03	Clone 08	Clone 25
Cafestol	Cacoal	253 <sup>bB</sup> $\pm$ 4	321 <sup>aA</sup> $\pm$ 17	230 <sup>aB</sup> $\pm$ 8
	Ouro Preto do Oeste	381 <sup>aA</sup> $\pm$ 6	339 <sup>aB</sup> $\pm$ 3	224 <sup>aC</sup> $\pm$ 9
	<b>Média** <math>\pm</math> DP (CV%)</b>	317 $\pm$ 74 (23)	330 $\pm$ 14 (4)	227 $\pm$ 8 (4)
Caveol	Cacoal	0,0 <sup>bB</sup> $\pm$ 0,0	0,0 <sup>bB</sup> $\pm$ 0,0	30,4 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,8
	Ouro Preto do Oeste	19,1 <sup>aC</sup> $\pm$ 0,1	22,6 <sup>aB</sup> $\pm$ 0,1	28,3 <sup>bA</sup> $\pm$ 0,1
	<b>Média** <math>\pm</math> DP (CV%)</b>	10 $\pm$ 11 (115)	11 $\pm$ 13 (115)	29 $\pm$ 1 (5)
16- <i>O</i> -metilcafestol	Cacoal	355 <sup>aA</sup> $\pm$ 7	258 <sup>bB</sup> $\pm$ 6	356 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,1
	Ouro Preto do Oeste	273 <sup>bA</sup> $\pm$ 1	285 <sup>aA</sup> $\pm$ 2	272 <sup>bA</sup> $\pm$ 13
	<b>Média** <math>\pm</math> DP (CV%)</b>	314 $\pm$ 47 (15)	271 $\pm$ 16 (6)	314 $\pm$ 49 (16)

\* Teor médio (n = 4, duplicata de extração, duplicata de injeção)  $\pm$  desvio padrão entre extrações. Valor zero corresponde a teores menores que LQ (5,16 mg 100 g<sup>-1</sup>). Médias seguidas de letra maiúscula diferente na mesma linha indicam diferença significativa entre genótipos, médias seguidas de letra minúscula diferente na mesma coluna indicam diferença significativa entre ambientes (Tukey,  $p \leq 0,05$ ).

\*\*Teor médio no genótipo  $\pm$  DP (desvio padrão) e CV (coeficiente de variação) entre genótipos cultivados em diferentes ambientes.

Em relação ao cafestol, observou-se variação na faixa de 224 a 381 mg 100 g<sup>-1</sup>; para o clone 03 observou-se maior variabilidade com o local de cultivo (CV de 23 %) (Tabela 2). Os valores estão na parte superior da faixa reportado na literatura para cafés *C. canephora* (151 a 363 mg 100 g<sup>-1</sup>) (Campanha et al., 2010, De Souza; Benassi, 2012, Dias et al., 2014, Finotello et al., 2017, Mori et al., 2016; Sridevi et al., 2011). Comparativamente ao estudo anterior com esses híbridos em outras regiões do estado (Zona da Mata, Madeira Mamoré, e Vales do Guaporé e Jamarí no estado de Rondônia) (Francisco et al., 2021), o clone 3 também se destacou pelo alto teor de cafestol quando cultivado no ambiente de Ouro Preto do Oeste (Tabela 2).

Para caveol, observou-se desde ausência até teores de 30,4 mg 100 g<sup>-1</sup> (Tabela 2), sendo que metade das amostras apresentou teores acima dos reportados na literatura (de ausência até teores de 20 mg 100 g<sup>-1</sup>) para cafés *C. canephora* (Campanha et al., 2010, De Souza; Benassi, 2012, Dias et al., 2014, Finotello et al., 2017, Mori et al., 2016). Os genótipos apresentaram a presença do composto quando cultivados em Ouro Preto do Oeste, e o clone 25 destacou-se pela presença de caveol nos dois locais de cultivo e baixa variabilidade (CV de 5 %) (Tabela 2). Os resultados indicam que essa é uma característica típica do genótipo, uma vez que a presença de caveol também havia sido reportada para o clone 25 quando cultivado em outras regiões do estado (Zona da Mata, Madeira Mamoré, e Vales do Guaporé e Jamarí no estado de Rondônia) (Francisco et al. 2021). O clone 25 tem sido destacado pela adaptabilidade, permitindo obter com boa qualidade de bebida em diferentes ambientes (Dalazen et al., 2020).

Para o 16-OMC, o teor variou de 258 a 356 mg 100g<sup>-1</sup>; destacando-se o clone 08 pela menor variação com o local de cultivo (CV de 6 %) (Tabela 2). Todas as amostras apresentaram teor de 16-OMC superior ao reportado na literatura para cafés *C. canephora* (de ausência até teores de 223 mg 100 g<sup>-1</sup>) (Campanha et al., 2010, De Souza; Benassi, 2012, Dias et al., 2014, Finotello et al., 2017, Mori et al., 2016, Schievano et al., 2014). Esse comportamento confirma o observado por Francisco et al. (2021) para vários clones híbridos cultivados em outras regiões do estado, indicando que os cafés *C. canephora* intervarietais naturais de Conilon e Robusta tem tendência a apresentar altos teores de 16-OMC.

#### 4 CONCLUSÃO

Os teores de cafestol, caveol e 16-OMC nos cafés *C. canephora* híbridos intervarietais naturais de Conilon e Robusta sofreram influência da genética e local de

cultivo e houve interação entre genótipo e ambiente. Para o clone 25, que se destaca pela boa qualidade de bebida, observou-se a presença dos três diterpenos nos dois locais de cultivo estudados, destacando-se ainda pelos maiores teores de cafeol. No geral, os cafés híbridos naturais apresentaram altos teores de diterpenos, notadamente 16-OMC, em relação ao reportado na literatura para as variedades Conilon e Robusta da espécie *C. canephora*.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Capes e ao CNPq.



## REFERÊNCIAS

- BENASSI, M.T.; DIAS, R.C.E. Assay of kahweol and cafestol in coffee. In: PREEDY, V.R. (Ed.), **Coffee in Health and Disease Prevention**, (1 ed.). London: Elsevier. 2015. p. 993–1004.
- 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.
- DALAZEN, J. R.; ROCHA, R. B.; ESPINDULA, M. C.; DIAS, J. R. M.; DALAZEN, J. R. Base genética da cafeicultura e caracterização dos principais clones cultivados no estado de Rondônia. In: PARTELLI, F. L.; ESPINDULA M. C. (Eds.), **Café conilon: conhecimento para superar desafios**, (1. ed). Alegre: Caufes. 2019. p. 165-177.
- 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.; 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, 961-970, 2014.
- ESPINDULA, M. C.; DIAS, J. R. M.; ROCHA, R. B.; DALAZEN, J. R.; DE ARAÚJO, L. V. Café em Rondônia. In: PARTELLI, F. L.; GONTIJO I. (Eds.), **Café conilon: gestão e manejo com sustentabilidade**, (1. ed). Alegre: Caufes. 2017. p. 69-88.
- 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. (Eds.). **Café na Amazônia**, (1. ed). Brasília: Embrapa, 2015. p. 425-431.
- FRANCISCO, J. S.; DIAS, R. C. E.; ALVES, E. A.; ROCHA, R. B.; DALAZEN, J. R.; MORI, A. L. B.; BENASSI, M. T. Natural Intervarietal Hybrids of *Coffea canephora* have a high content of diterpenes. **Beverages**, v. 7, n. 4, p. 77-86, 2021.
- ICO International Coffee Organization. Trade Statistics Tables. Disponível em: [https://www.ico.org/trade\\_statistics.asp?section=Statistics](https://www.ico.org/trade_statistics.asp?section=Statistics). Acesso em: 08 Nov. 2022.
- KITZBERGER, C. S. G.; SCHOLZ, M. B. S.; PEREIRA, L. F. P.; VIEIRA, L. G. E.; SERA, T.; SILVA, J. B. G. D.; BENASSI, M. T. Diterpenes in green and roasted coffee

of *Coffea arabica* cultivars growing in the same edapho-climatic conditions. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 30, n. 1, p. 52-57, 2013.

MORAIS, J. A.; ROCHA, R. B.; ALVES, E. A.; ESPINDULA, M. C.; TEIXEIRA, A. L.; SOUZA, C. A. Beverage quality of *Coffea canephora* genotypes in the western Amazon, Brazil. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 43, e52095, 2021.

MENDES, L. C.; DE 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. 153-162, 2001.

MOEENFARD, M.; ALVES, A. New trends in coffee diterpenes research from technological to health aspects. **Food Research International**, v. 134, p. 109207, 2020.

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.

R Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2021.

REN, Y.; WANG, C.; XU, J.; WANG, S. Cafestol and kahweol: A review on their bioactivities and pharmacological properties. **International Journal of Molecular sciences**, v. 20, n. 17, p. 4238, 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, n.51, p.12309-12314, 2014.

SOUZA, F. F.; FERRÃO, L. F. V.; CAIXETA, E. T.; SAKIYAMA, N. S.; PEREIRA, A. A.; DE OLIVEIRA, A. C. B. Aspectos gerais da biologia e da diversidade genética de *Coffea canephora*. In MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M. C. (Eds.). **Café na Amazônia**, (1. ed). Brasília: Embrapa, 2015. p. 83-98.

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, n.5, p.1-7. 2011.

TEIXEIRA, A. L.; ROCHA, R. B.; ESPINDULA, 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, e323420318, 2020.