



## **Perfil de compostos hidrossolúveis em genótipos de *Coffea canephora* cultivados em Rondônia**

## **Profile of water-soluble compounds in genotypes of *Coffea canephora* cultivated in Rondônia**

## **Perfil de compuestos hidrosolubles en genotipos de *Coffea canephora* cultivados en Rondônia**

DOI: 10.55905/oelv23n6-160

Receipt of originals: 5/23/2025

Acceptance for publication: 6/13/2025

**Karen Laíssa Balbino dos Santos**

Graduada em Química

Instituição: Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina (DCTA – UEL)

Endereço: Londrina, Paraná, Brasil

E-mail: karen.laissa.balbino@uel.br

**Claudimara da Silva Portela**

Doutora em Ciência de Alimentos

Instituição: Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina (DCTA – UEL)

Endereço: Londrina, Paraná, Brasil

E-mail: portelaclaudimara@gmail.com

**Enrique Anastácio Alves**

Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa

Instituição: Embrapa Rondônia

Endereço: Porto Velho, Rondônia, Brasil

E-mail: enrique.alves@embrapa.br

**Rodrigo Barros Rocha**

Doutor em Genética e Melhoramento

Instituição: Embrapa Café, Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER)

Endereço: Linhares, Espírito Santo, Brasil

E-mail: rodrigo.rocha@embrapa.br



**Thayna Viencz**

Doutora em Ciência de Alimentos

Instituição: Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade

Estadual de Londrina (DCTA – UEL)

Endereço: Londrina, Paraná, Brasil

E-mail: thayvienz@hotmail.com

**Marta de Toledo Benassi**

Doutora em Ciência de Alimentos

Instituição: Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade

Estadual de Londrina (DCTA – UEL)

Endereço: Londrina, Paraná, Brasil

E-mail: martatb@uel.br

**André Luiz Buzzo Mori**

Doutor em Ciência de Alimentos

Instituição: Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade

Estadual de Londrina (DCTA – UEL)

Endereço: Londrina, Paraná, Brasil

E-mail: buzzo.mori@gmail.com

**RESUMO**

O estado de Rondônia é o segundo maior produtor de café *Coffea canephora* no Brasil, e apresenta como diferencial o cultivo das variedades botânicas Conilon, Robusta e híbridos intervarietais. Trigonelina, cafeína e ácidos clorogênicos são compostos hidrossolúveis presentes no café e relacionados as características sensoriais da bebida e que garantem benefícios à saúde humana, entretanto dados na literatura sobre o perfil desses compostos em *C. canephora* são limitadas. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar os teores de trigonelina, cafeína e ácidos clorogênicos totais (ACG) de cultivares registradas e clones mantidos no Banco de Germoplasma da Embrapa. Foram estudados 14 genótipos cultivados em dois ambientes da Amazônia Ocidental. Os cafés torrados em grau de torra média foram avaliados por Cromatografia Líquida de Ultra-eficiência empregando eluição gradiente com ácido acético e acetonitrila, coluna de fase reversa e detecção no UV. Os dados foram analisados por ANOVA e teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) em um delineamento de parcelas subdivididas. Os genótipos apresentaram grande diversidade nos teores de trigonelina (328 a 705 mg 100 g<sup>-1</sup>), cafeína (1920 a 3168 mg 100 g<sup>-1</sup>) e ACG (1169 a 3471 mg 100 g<sup>-1</sup>). Esses valores estão na faixa reportada na literatura para *C. canephora*. O genótipo BAG-11 apresentou os maiores teores de hidrossolúveis quando cultivado em Ariquemes, enquanto os genótipos BAG-12, BAG-15 e BRS-1216 apresentaram maiores teores quando cultivados em Alta Floresta do Oeste.

**Palavras-chave:** Trigonelina, Cafeína, Ácidos Clorogênicos, Robusta, Conilon.



## ABSTRACT

The state of Rondônia is the second-largest producer of *Coffea canephora* coffee in Brazil, distinguished by its cultivation of the botanical varieties Conilon, Robusta, and intervarietal hybrids. Trigonelline, caffeine, and chlorogenic acids are water-soluble compounds found in coffee, which are related to the sensory characteristics of the beverage and contribute to its health benefits. However, data in the literature on the profile of these compounds in *C. canephora* are limited. Thus, the objective of this study was to evaluate the contents of trigonelline, caffeine, and total chlorogenic acids (CGA) of registered cultivars and clones maintained in the Embrapa Germplasm Bank. Fourteen genotypes grown in two environments of the Western Amazon were studied. The coffees roasted to a medium roast degree were evaluated by Ultra-Performance Liquid Chromatography using gradient elution with acetic acid and acetonitrile, a reversed-phase column, and UV detection. Data were analyzed by ANOVA and Tukey's test ( $p \leq 0.05$ ) in a split-plot design. The genotypes showed great diversity in the contents of trigonelline (328 to 705 mg 100 g<sup>-1</sup>), caffeine (1920 to 3168 mg 100 g<sup>-1</sup>), and CGA (1169 to 3471 mg 100 g<sup>-1</sup>). These values are within the range reported in the literature for *C. canephora*. The genotype BAG-11 showed the highest contents of water-soluble compounds when grown in Ariquemes, while the genotypes BAG-12, BAG-15, and BRS-1216 showed higher contents when grown in Alta Floresta do Oeste.

**Keywords:** Trigonelline, Caffeine, Chlorogenic Acids, Robusta, Conilon.

## RESUMEN

El estado de Rondônia es el segundo mayor productor de café *Coffea canephora* en Brasil. Se destaca por el cultivo de las variedades botánicas Conilon, Robusta y híbridos intervarietales. La trigonelina, la cafeína y los ácidos clorogénicos son compuestos hidrosolubles presentes en el café. Estos están relacionados con las características sensoriales de la bebida y aportan beneficios para la salud humana. Sin embargo, los datos en la literatura sobre el perfil de estos compuestos en *C. canephora* son limitados. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue determinar el contenido de trigonelina, cafeína y ácidos clorogénicos totales (ACG) en cultivares y clones registrados mantenidos en el Banco de Germoplasma de Embrapa. Se estudiaron catorce genotipos cultivados en dos ambientes de la Amazonía Occidental. Los cafés, tostados a un grado de tueste medio, se evaluaron utilizando cromatografía líquida de ultra eficiencia. Para ello, se empleó elución en gradiente con ácido acético y acetonitrilo, columna de fase reversa y detección UV. Los datos se analizaron mediante ANOVA y la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) en un diseño de parcelas divididas. Los genotipos mostraron una amplia diversidad en los contenidos de trigonelina (328 a 705 mg 100 g<sup>-1</sup>), cafeína (1920 a 3168 mg 100 g<sup>-1</sup>) y ACG (1169 a 3471 mg 100 g<sup>-1</sup>). Estos valores se encuentran dentro del rango reportado en la literatura para *C. canephora*. El genotipo BAG-11 presentó los mayores contenidos de compuestos hidrosolubles al cultivarse en Ariquemes, mientras que los genotipos BAG-12, BAG-15 y BRS-1216 mostraron contenidos más altos al cultivarse en Alta Floresta do Oeste.

**Palabras clave:** Trigonelina, Cafeína, Ácidos Clorogénicos, Robusta, Conilon.



## 1 INTRODUÇÃO

O maior parque cafeeiro do mundo está no Brasil, e o país contribuiu na safra 2023/24 com 39% na produção mundial, sendo o principal produtor e exportador mundial de café verde e segundo maior consumidor da bebida (USDA, 2024). Essa posição vem sendo mantida há mais de 150 anos; o café é sempre um produto de relevância para a economia brasileira e a produção no Brasil impacta diretamente na disponibilidade, qualidade e preço do produto consumido no mundo (ABIC, 2025).

As espécies *Coffea arabica* e *Coffea canephora* são as de maior importância econômica, sendo a segunda majoritariamente empregada na produção de cafés solúveis e em *blends* com *C. arabica* em cafés torrados e moídos. No entanto, nos últimos anos observou-se um aumento significativo em estudos e políticas públicas voltados para *C. canephora*, o que já está resultando em grande evolução nas características agronômicas e no melhoramento da qualidade da bebida com aceitação pelo consumidor (Fernandes *et al.*, 2024; Viencz *et al.*, 2024).

Cafés *C. canephora* já foram reconhecidos pela Specialty Coffee Association como podendo apresentar potencial para cafés especiais (SCA, 2020), e há atualmente no mercado brasileiro duas marcas comerciais com disponibilidade de café 100% *C. canephora* (Melitta®, 2025; Três Corações®, 2025), um deles procedente da região Amazônica. Além disso, a menor adaptabilidade de *C. arabica* às mudanças climáticas, tem aumentado o interesse pelo *C. canephora* (SCA, 2020), com maior resistência hídrica e possibilidade de cultivo em temperaturas mais altas, sendo uma opção para plantio em áreas que não eram tradicionalmente de cafeicultura ou que, pelo aquecimento global, não seriam mais adequadas.

O Brasil é o segundo maior produtor mundial da espécie *Coffea canephora*, com cultivo concentrado principalmente no Espírito Santo, Rondônia e Bahia, mas o plantio também está se expandindo para outros estados nas regiões Norte (Amazonas), Centro-Oeste (Mato Grosso) e Sudeste (Minas Gerais). A produção de *C. canephora* no Brasil na safra de 2024 atingiu 14,6 milhões de sacas de 60 kg, quase 27% do total de café produzido no país (CONAB, 2025; OIC, 2025).



Existem duas variedades comerciais de *C. canephora*, o Robusta e o Conilon, no Brasil, o Conilon é o mais produzido e apenas o estado de Rondônia produz as duas variedades concomitantemente (Partelli; Espindula, 2019). Em 2012, a Embrapa lançou a primeira cultivar clonal de *C. canephora*, Conilon BRS Ouro Preto, adaptada as condições da região (Ramalho *et al.*, 2014). Atualmente, em Rondônia podem ser encontrados tanto cafeeiros 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, que foram selecionados, clonados e lançados em 2019 pela Embrapa como Cultivar Robustas Amazônicos (Rocha *et al.*, 2015; Teixeira *et al.*, 2020).

A região cafeeira de Rondônia, na Amazônia Ocidental, apresenta cafeicultura em regime familiar, com grande perspectiva de produção sustentável, e que tem evoluído tecnicamente pelo uso de genótipos clonais superiores e de novas práticas culturais, aumentando o volume produtivo e produtividade, bem como a qualidade de bebida dos cafés (Rosa Neto *et al.*, 2015; Teixeira *et al.*, 2020, CONAB, 2025).

O café é rico em compostos bioativos hidrossolúveis, como ácidos clorogênicos, trigonelina e cafeína, que também impactam nas características sensoriais das bebidas, e o consumo regular e moderado da bebida apresenta efeitos benéficos para a saúde com melhor funcionamento cognitivo, favorecimento da microbiota intestinal, efeito hepatoprotetor, proteção cardiovascular e contra síndrome metabólica, bem como a redução na incidência de doenças crônico-degenerativas (Butt; Sultan, 2011; Crippa *et al.*, 2014; Gaascht *et al.*, 2015; Saraguça *et al.*, 2016; O'Keefe *et al.*, 2018; Hu *et al.*, 2019; Gökcen; Şanlier, 2019; Lu *et al.*, 2020; Vignoli *et al.*, 2020; Munyendo *et al.*, 2021; Domenighetti *et al.*, 2022; Corbi-Cobo-Losey *et al.*, 2023). Interessante destacar ainda que cafés *C. canephora* usualmente apresentam maior teor de componentes bioativos comparativamente ao *C. arabica* (Vignoli *et al.*, 2014; Dias; Benassi, 2015, Portela *et al.*, 2021).

Na literatura o volume de informações sobre *C. canephora* é muito limitado em comparação com *C. arabica*, notadamente para composição de cafés torrados. Além



disso, para vários trabalhos que avaliaram a composição em compostos bioativos hidrossolúveis de cafés torrados brasileiros da espécie *C. canephora*, não há especificação da variedade estudada (Souza; Benassi, 2012; Vignoli *et al.*, 2014; Dias; Benassi, 2015, Kalschne *et al.*, 2019, Reis *et al.*, 2020). Nos últimos anos, foram publicados alguns estudos com cafés *C. canephora* torrados da variedade Conilon procedentes do estado do Espírito Santo (Pinheiro *et al.*, 2019; Costa *et al.*, 2024) e das variedades Conilon, Robusta e Híbridos intervarietais procedentes da região Amazônica (Portela *et al.*, 2021; VIENCZ *et al.*, 2023; Acre *et al.*, 2024; Francisco *et al.*, 2024; Francisco *et al.* 2025), mas ainda existem locais de cultivo e clones para os quais não há informações.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar os teores de trigonelina, cafeína e ácidos clorogênicos totais (ACG) em cafés da espécie *C. canephora*, estudando cultivares registradas e clones mantidos no Banco de Germoplasma da Embrapa, que foram cultivados em dois diferentes ambientes no estado de Rondônia na Amazônia Ocidental.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 REAGENTES, PADRÕES E EQUIPAMENTOS

Foram empregados reagentes, solventes e materiais de grau analítico: ácido acético (pureza  $\geq 99,8\%$ , Sigma Aldrich, St. Louis, EUA); acetonitrila grau HPLC (J.T. Baker, Phillipsburg, EUA); membrana de nylon de 0,22  $\mu\text{m}$  e filtros de seringa 0,22  $\mu\text{m}$  (Filtrilo, São Paulo, Brasil). Foram utilizados os padrões cromatográficos: trigonelina, cafeína e 5-ACQ para ácidos clorogênicos totais (Sigma Aldrich, Saint Louis, EUA). Foi empregada coluna cromatográfica Spherisorb ODS-1 (150 x 3,2 mm, 3  $\mu\text{m}$ ) (Waters, Darmstadt, Alemanha). A água utilizada para o preparo dos padrões e soluções foi obtida por sistema de purificação e filtração Elga Purelab Option-Q (Veolia Water Solutions & Technologies, High Wycombe, Reino Unido).

Para análise dos compostos hidrossolúveis foi utilizado um sistema cromatográfico líquido de ultra eficiência Waters 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 Empower 3.

Foram ainda empregados os seguintes equipamentos: torrador piloto a gás com capacidade para 300 g (Palini & Alves Máquinas Agrícolas, Espírito Santo do Pinhal, Brasil); moedor de café Krups GVX 2 (Krups, Xangai, China); colorímetro Konica Minolta - CR 400 (Konica Minolta Sensing Inc., Osaka, Japão) com geometria 45/0 e iluminante D65; e analisador gravimétrico de umidade MB 45 (Ohaus, Barueri, Brasil) acoplado com lâmpada halógena.

## 2.2 MATERIAL

Foram estudados 14 genótipos entre cultivares registradas e clones mantidos no Banco de Germoplasma da Embrapa; origem e genealogia de cada material estão descritas na Tabela 1. A genealogia indica hibridações direcionadas realizadas no programa de melhoramento ou, quando não definidos, a origem por polinização aberta. Pode ser observada a diversidade genética das amostras com 5 cafés da Cultivar Robustas Amazônicos (BRS-1216, BRS-2299, BRS-2314, BRS-3193 e BRS-3213), 3 da Cultivar BRS Ouro Preto (BRS Ouro Preto-120, BRS Ouro Preto-125, e BRS Ouro Preto-160) e 6 do banco ativo de germoplasma da Embrapa Rondônia (BAG-11, BAG-12, BAG-15, BAG-17, BAG-18, BAG-453).

Tabela 1. Relação dos genótipos de *Coffea canephora* agrupados de acordo com sua origem e genealogia, cultivares e acessos do banco ativo de germoplasma da Embrapa Rondônia.

Genótipo	Origem	Genealogia
BAG-11	Banco ativo de germoplasma <sup>3</sup>	EMCAPA03 x IAC194
BAG-12	Banco ativo de germoplasma <sup>3</sup>	EMCAPA03 x IAC2258
BRS-3213	Cultivares Robustas Amazônicos <sup>1</sup>	EMCAPA03 x IAC2258
BRS-2314	Cultivares Robustas Amazônicos <sup>1</sup>	EMCAPA03 x IAC640
BAG-15	Banco ativo de germoplasma <sup>3</sup>	EMCAPA03 x IAC2258
BRS-1216	Cultivares Robustas Amazônicos <sup>1</sup>	EMCAPA03 x IAC1675
BAG-17	Banco ativo de germoplasma <sup>3</sup>	EMCAPA03 x IAC1675
BAG-18	Banco ativo de germoplasma <sup>3</sup>	IAC640 x CPAFRO194
BRS Ouro Preto-120	Cultivar BRS Ouro Preto <sup>2</sup>	Polinização aberta
BRS Ouro Preto-125	Cultivar BRS Ouro Preto <sup>2</sup>	Polinização aberta
BRS Ouro Preto-160	Cultivar BRS Ouro Preto <sup>2</sup>	Polinização aberta



BRS-3193	Cultivares Robustas Amazônicos <sup>1</sup>	Polinização aberta
BRS-2299	Cultivares Robustas Amazônicos <sup>1</sup>	Polinização aberta
BAG-453	Banco ativo de germoplasma <sup>3</sup>	Polinização aberta

<sup>1</sup> Cultivares Robustas Amazônicos: BRS1216 (registro: 39561), BRS2229 (registro: 41306), BRS3213 (registro: 39556), BRS2314 (registro: 39560), BRS3193 (registro: 41304), <sup>2</sup> Cultivar BRS Ouro Preto: BRS Ouro Preto (registro: 29486), <sup>3</sup> Banco ativo de germoplasma mantido pela Embrapa Rondônia.

Fonte: Elaborado pelos autores

As amostras foram provenientes de dois ambientes diferentes de cultivo no estado de Rondônia, Ariquemes e Alta Floresta do Oeste. O ambiente de Ariquemes é caracterizado pelo clima tropical chuvoso com inverno seco, tipo “Am” (Köppen), com estação seca bem definida no período de julho a setembro e pela baixa fertilidade de seu Latossolo; o de Alta Floresta do Oeste é caracterizado como clima tropical úmido “Aw” (Köppen) e pela maior altitude, menor temperatura e solos de maior fertilidade natural (Alvares *et al.*, 2013). As condições edafoclimáticas dos ambientes e características do solo estão descritas em detalhes na Tabela 2.

Tabela 2. Condições edafoclimáticas de duas áreas de cultivo de *Coffea canephora* na Amazônia Ocidental, incluindo localização geográfica, clima, tipo e manejo do solo, além de atributos químicos do solo em diferentes profundidades.

Ambiente / Características	Ariquemes - RO		Alta Floresta do Oeste - RO	
<b>Coordenadas Sul</b>	09°57'09" S		12°08'23" S	
<b>Coordenadas Norte</b>	62°56'53" O		61°59'29" O	
<b>Região</b>	Vale do Jamarí		Zona da Mata	
<b>Altitude</b>	128		436	
<b>Temperatura média (°C)</b>	25,4		23,4	
<b>Temperatura máxima (°C)</b>	31,1		32,0	
<b>Temperatura mínima (°C)</b>	20,0		19,0	
<b>Precipitação anual (mm)</b>	2181		1783	
<b>Forma de cultivo</b>	Sequeiro		Irrigado	
<b>Tipo de solo</b>	Latossolo		Latossolo	
<b>Camada de profundidade (m)</b>	0.0-0.2	0.2-0.4	0.0-0.2	0.2-0.4
<b>pH<sup>1</sup></b>	4,40	4,40	6,00	6,40
<b>P (g.dm<sup>3</sup>)<sup>2</sup></b>	0,001	0,001	0,024	0,005
<b>K2</b>	0,04	0,02	0,64	0,85
<b>Ca (cmolc.dm<sup>3</sup>)<sup>2</sup></b>	0,29	0,16	8,25	5,64
<b>Mg (cmolc.dm<sup>3</sup>)<sup>2</sup></b>	0,10	0,08	0,97	0,87



<b>Acidez Potencial (Al+H)</b>	6,27	5,28	5,45	3,47
<b>Al<sup>2</sup></b>	1,26	2,40	0,00	0,00
<b>Matéria Orgânica (kg.kg<sup>-1</sup>)<sup>2</sup></b>	0,02	0,01	0,03	0,02
<b>Saturação por Bases (V%)</b>	6,00	5,00	64,00	68,00

<sup>1</sup>pH em água (1: 2,5); <sup>2</sup>Matéria orgânica por digestão úmida: P e K pelo método de Mehlich-I, Ca, Mg, e Al trocáveis, matéria orgânica usando KCl 1 mol/L.

Fonte: Elaborado pelos autores

Pode-se observar assim que o conjunto estudado apresenta assim diversidade genética e foi obtido em ambientes com diferentes características agronômicas, totalizando 28 amostras (Tabelas 1 e 2).

Foram utilizados para estudo cerca de 300 g de cada genótipo, colhidos e beneficiados no ano de 2018 (abril a junho). Os frutos foram colhidos de forma manual e seletiva de modo a obter somente frutos maduros em estádio cereja. No pós-colheita, os cafés foram secos em terreiros ao sol de forma natural. Os cafés verdes foram armazenados em sacos plásticos sob refrigeração (8 °C) até a torra.

As amostras foram torradas em torrador piloto a gás com capacidade 300 g (marca Rod-Bel) até atingirem o grau de torra médio. O tempo e temperatura do processo foram baseados no descrito por Mori *et al.* (2020) para cafés *C. canephora* brasileiros procedentes do estado do Espírito Santo (tempos de até 30 min e temperaturas de 210 a 230 °C). Para obtenção de um grau de torra padronizado, foram avaliadas a cor e a perda de peso. Foi considerado como padrão um valor de perda de peso em torno de 16%, descrito como ótimo para *C. canephora*, e cor correspondente a grau de torra médio. A luminosidade média foi de 30,6 ± 1,9.

Os grãos torrados foram acondicionados em sacos plásticos e guardados sob refrigeração (8 °C) até a moagem em granulometria fina, e analisados na sequência. A umidade foi determinada em analisador de umidade a 105 °C, por 7 min e os resultados foram utilizados para o cálculo das concentrações em base seca.

### 2.3 DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS

Os compostos hidrossolúveis cafeína, trigonelina e ácidos clorogênicos totais



foram determinados simultaneamente baseado em Viencz *et al.* (2023). As amostras (0,5 g) foram dissolvidas em 30 mL de água, submetidas a banho-maria a 80 °C (10 min) e filtradas. As extrações foram feitas em duplicata. Uma alíquota de 0,5 mL do extrato foi diluída em 4,5 mL de água ultrapura, e o extrato diluído foi filtrado. Empregou-se um gradiente de ácido acético/água ultrapura (5:95 v/v) (A) e acetonaítrila (B) como descrito: 0 - 5 min, 5% B; 5 - 10 min, aumento para 13 % de B; 10 - 18 min, 13 % B; 18 - 27 min, redução para 5 % de B. Empregou-se vazão de 0,5 mL min<sup>-1</sup> e volume de injeção de 10 µL. A detecção foi feita a 260 nm para trigonelina, 272 nm para cafeína e 320 nm para ácidos clorogênicos. O teor de ácidos clorogênicos totais (ACG) foi estimado pela soma das áreas dos compostos detectados a 320 nm utilizando o 5-ACQ como padrão para a quantificação. Os resultados foram expressos em base seca em mg do composto por 100 g de café.

A identificação dos compostos foi feita com base nos tempos de retenção e espectro no UV. A quantificação foi realizada por padronização externa utilizando curvas analíticas com 7 pontos em triplicata ( $r = 0,99$ ;  $p < 0,01$ ). Informações mais detalhadas disponíveis em Viencz *et al.* (2023).

## 2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O efeito do ambiente de cultivo e da variabilidade genética sobre a composição de trigonelina, cafeína e ácidos clorogênicos totais foi avaliado por ANOVA e teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) utilizando o programa livre Rstudio. O ambiente de cultivo (parcela principal) e o clone (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 composto em cada clone sofre influência diferenciada em relação ao ambiente de cultivo.



### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O perfil de compostos hidrossolúveis dos 14 genótipos para os diferentes ambientes de cultivo estudados está descrito nas tabelas 3, 4 e 5. Os teores de trigonelina variaram de 328 a 705 mg 100g<sup>-1</sup> (Tabela 3), os de cafeína de 1920 a 3168 mg 100 g<sup>-1</sup> (Tabela 4) e os de ácidos clorogênicos totais de 1169 a 3471 mg 100 g<sup>-1</sup>(Tabela 5).

Os teores dos compostos hidrossolúveis apresentaram-se dentro da faixa descrita na literatura para cafés *C. canephora* brasileiro torrado de diferentes variedades botânicas. Para cafés Conilon, procedentes do ES e Rondônia e com diferentes graus de torra, foram descritos teores de trigonelina de 316 a 1020 mg 100 g<sup>-1</sup>, de cafeína de 1730 a 3618 mg 100 g<sup>-1</sup>, de ACG de 1367 a 9330 mg 100 g<sup>-1</sup> (Pinheiro *et al.*, 2019; Acre *et al.* 2024; Costa *et al.*, 2024). Para cafés Robusta procedentes da região Amazônica e com graus de torra médio claro a médio, foram reportados teores de trigonelina de 227 a 1150 mg 100 g<sup>-1</sup>, de cafeína de 1630 a 3330 mg 100 g<sup>-1</sup>, de ACG de 1244 a 6280 mg 100 g<sup>-1</sup> (Portela *et al.*, 2021; Viencz *et al.*, 2023; Acre *et al.* 2024). Para cafés híbridos intervarietais (naturais ou de hibridação controlada) procedentes de diferentes regiões de Rondônia e com graus de torra médio claro a médio, foram descritos teores de trigonelina de 285 a 850 mg 100 g<sup>-1</sup>, de cafeína de 1427 a 2890 mg 100 g<sup>-1</sup>, de ACG de 1679 a 6370 mg 100 g<sup>-1</sup> (Viencz *et al.*, 2023; Francisco *et al.*, 2024; Francisco *et al.*, 2025).

Para os teores de trigonelina houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os genótipos e entre os ambientes de cultivo, e interação entre ambiente e genótipo. Os genótipos BAG-11, BRS-3213, BAG-18, BRS Ouro Preto-120, BRS Ouro Preto-160, BRS-2299, BAG-453 e BRS-3193, apresentam maiores teores de trigonelina quando cultivados em Ariquemes, sendo que o último se destacou pelo maior teor nesse ambiente. Os clones BAG-12, BRS-2314, BAG-15, BRS-1216 e BRS Ouro Preto-125 apresentam teores mais altos de trigonelina quando cultivados em Alta Floresta do Oeste. O genótipo BAG-17 foi o único dos estudados para o qual não se observou efeito do ambiente de cultivo no teor do composto. No geral, o cultivo no ambiente de Ariquemes apresentou maiores valores de trigonelina e maior variabilidade entre genótipos (Tabela 3).



Tabela 3. Teores\* de trigonelina ( $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ ) de cultivares registradas e clones mantidos no Banco de Germoplasma da Embrapa em dois ambientes de cultivo em Rondônia.

Genótipo	Ambientes		Variabilidade entre os ambientes (CV%)
	Ariquemes	Alta Floresta do Oeste	
BAG-11	562 <sup>Acd</sup> ± 16	486 <sup>Bc</sup> ± 10	9
BAG-12	371 <sup>Bh</sup> ± 11	575 <sup>Aab</sup> ± 9	25
BRS-3213	547 <sup>Ad</sup> ± 6	418 <sup>Bde</sup> ± 17	16
BRS-2314	438 <sup>Befg</sup> ± 28	485 <sup>Ac</sup> ± 19	7
BAG-15	452 <sup>Bef</sup> ± 7	591 <sup>Aab</sup> ± 31	16
BRS-1216	384 <sup>Bgh</sup> ± 12	471 <sup>Acd</sup> ± 7	12
BAG-17	614 <sup>Abc</sup> ± 14	623 <sup>Aa</sup> ± 43	4
BAG-18	650 <sup>Aab</sup> ± 14	446 <sup>Bcd</sup> ± 27	22
BRS Ouro Preto-120	627 <sup>Ab</sup> ± 3	550 <sup>Bb</sup> ± 1	8
BRS Ouro Preto-125	416 <sup>Bfgh</sup> ± 3	470 <sup>Acd</sup> ± 5	7
BRS Ouro Preto-160	628 <sup>Ab</sup> ± 10	412 <sup>Bde</sup> ± 2	24
BRS-3193	705 <sup>Aa</sup> ± 15	377 <sup>Bef</sup> ± 2	35
BRS-2299	485 <sup>Af</sup> ± 5	432 <sup>Bcde</sup> ± 16	7
BAG-453	407 <sup>Afgh</sup> ± 12	328 <sup>Bf</sup> ± 10	13
Variabilidade entre genótipos (CV%)	22	18	-

\*Teor médio ± desvio padrão para duplicata de extração. Fonte: Elaborado pelos autores.

Médias seguidas de letra maiúscula igual na mesma linha não diferem significativamente entre os ambientes (Tukey,  $p \leq 0,05$ ). Médias seguidas de letra minúscula igual na mesma coluna não diferem significativamente entre os genótipos (Tukey,  $p \leq 0,05$ ).

Fonte: Elaborado pelos autores

Para os teores de cafeína, houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os genótipos e entre os ambientes de cultivo, e interação entre ambiente e genótipo. O genótipo BAG-11 apresentou maiores teores de cafeína quando cultivado em no ambiente de Ariquemes, destacando-se também como sendo o que apresentou o maior teor do composto nesse ambiente. Os genótipos BAG-12, BRS-3213, BAG-15, BRS-1216, BAG-17, BRS Ouro Preto-120, BRS Ouro Preto-160 e BRS-2299 apresentaram teores mas altos de cafeína quando cultivados em Alta Floresta do Oeste, sendo que o último se destacou pelo maior teor nesse ambiente. Para os genótipos BRS-2314, BAG-18, BRS Ouro Preto-125, BRS-3193 e BAG-453 não se observou efeito do ambiente de cultivo no teor de cafeína. O ambiente de Alta Floresta do Oeste apresentou, no geral, maiores teores de cafeína e menor variabilidade entre genótipos (Tabela 4).

Comportamento similar já havia sido descrito para cafeína, com menor variabilidade entre ambientes e genótipos comparativamente aos outros bioativos



hidrossolúveis, em alguns trabalhos da literatura (Viencz *et al.*, 2023; Acre *et al.*, 2024; Francisco *et al.*, 2024).

Tabela 4. Teores\* de cafeína (mg 100 g<sup>-1</sup>) de cultivares registradas e clones mantidos no Banco de Germoplasma da Embrapa em dois ambientes de cultivo em Rondônia.

Genótipo	Ambientes		Variabilidade entre os ambientes (CV%)
	Ariquemes	Alta Floresta do Oeste	
BAG-11	3157 <sup>Aa</sup> ± 3	2976 <sup>Bab</sup> ± 42	3
BAG-12	2047 <sup>Befg</sup> ± 42	2407 <sup>Acde</sup> ± 50	9
BRS-3213	2253 <sup>Bede</sup> ± 64	2427 <sup>Acde</sup> ± 1	5
BRS-2314	2384 <sup>Acd</sup> ± 139	2473 <sup>Acde</sup> ± 90	4
BAG-15	2322 <sup>Bcd</sup> ± 8	2455 <sup>Acde</sup> ± 48	3
BRS-1216	2021 <sup>Bfg</sup> ± 3	2255 <sup>Aef</sup> ± 30	6
BAG-17	2423 <sup>Bc</sup> ± 6	2618 <sup>Ac</sup> ± 26	5
BAG-18	2814 <sup>Ab</sup> ± 93	2901 <sup>Ab</sup> ± 139	4
BRS Ouro Preto-120	1920 <sup>Bg</sup> ± 3	2416 <sup>Acde</sup> ± 27	13
BRS Ouro Preto-125	2085 <sup>Aefg</sup> ± 46	2067 <sup>Af</sup> ± 18	1
BRS Ouro Preto-160	2180 <sup>Bdef</sup> ± 71	2325 <sup>Ade</sup> ± 33	4
BRS-3193	2394 <sup>Ac</sup> ± 34	2487 <sup>Acde</sup> ± 97	3
BRS-2299	2884 <sup>Bb</sup> ± 44	3168 <sup>Aa</sup> ± 76	6
BAG-453	2313 <sup>Acd</sup> ± 45	2401 <sup>Ade</sup> ± 11	2
Variabilidade entre genótipos (CV%)	15	12	

\*Teor médio ± desvio padrão para duplicata de extração. Fonte: Elaborado pelos autores.

Médias seguidas de letra maiúscula igual na mesma linha não diferem significativamente entre os ambientes (Tukey, p ≤ 0,05). Médias seguidas de letra minúscula igual na mesma coluna não diferem significativamente entre os genótipos (Tukey, p ≤ 0,05).

Fonte: Elaborado pelos autores

Para os teores de ácidos clorogênicos totais (ACG) houve diferença significativa (p<0,05) entre genótipos e entre ambientes de cultivo, e interação significativa entre ambiente de cultivo e o genótipo. Os genótipos BAG-11, BRS-3213, BAG-18, BRS Ouro Preto-160, BRS 3193 e BAG-453 apresentam maiores teores quando cultivados em Ariquemes; BAG-11 novamente se destacou por apresentar os maiores teores nesse ambiente. Os genótipos BAG-12, BRS-2314, BAG-15, BRS-1216 e BAG-17 apresentam teores mais altos de ACG quando cultivados em Alta Floresta do Oeste, sendo que o último se destacou pelo maior teor nesse ambiente. Para os genótipos BRS Ouro Preto-120 e BRS Ouro Preto-125 não se observou efeito do ambiente de cultivo no teor do composto. No geral o cultivo no ambiente de Ariquemes apresentou maiores valores de ACG e maior variabilidade entre genótipos (Tabela 5).



Tabela 5. Teores\* de ACG totais ( $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ ) de cultivares registradas e clones mantidos no Banco de Germoplasma da Embrapa em dois ambientes de cultivo em Rondônia.

Genótipo	Ambientes		Variabilidade entre os ambientes (CV%)
	Ariquemes	Alta Floresta do Oeste	
BAG-11	3471 <sup>Aa</sup> ± 65	2576 <sup>Bb</sup> ± 86	17
BAG-12	1169 <sup>Bh</sup> ± 13	2550 <sup>Ab</sup> ± 144	43
BRS-3213	2759 <sup>Ac</sup> ± 124	1885 <sup>Bcd</sup> ± 20	22
BRS-2314	1935 <sup>Bef</sup> ± 66	2553 <sup>Ab</sup> ± 99	16
BAG-15	1549 <sup>Bg</sup> ± 27	2638 <sup>Ab</sup> ± 126	30
BRS-1216	1934 <sup>Bef</sup> ± 7	2132 <sup>Ac</sup> ± 5	6
BAG-17	2927 <sup>Bbc</sup> ± 16	3198 <sup>Aa</sup> ± 189	6
BAG-18	2290 <sup>Ad</sup> ± 119	1325 <sup>Bf</sup> ± 45	31
BRS Ouro Preto-120	2843 <sup>Ac</sup> ± 5	2745 <sup>Ab</sup> ± 97	3
BRS Ouro Preto-125	1713 <sup>Aefg</sup> ± 89	1737 <sup>Ade</sup> ± 46	3
BRS Ouro Preto-160	3069 <sup>Abc</sup> ± 163	1761 <sup>Bde</sup> ± 23	32
BRS-3193	3226 <sup>Aab</sup> ± 147	1471 <sup>Bef</sup> ± 58	43
BRS-2299	2020 <sup>Ade</sup> ± 51	1846 <sup>Acd</sup> ± 87	6
BAG-453	1641 <sup>Afg</sup> ± 101	1375 <sup>Bf</sup> ± 4	11
Variabilidade entre genótipos (CV%)	30	27	

\*Teor médio ± desvio padrão para duplicata de extração. Fonte: Elaborado pelos autores.

Médias seguidas de letra maiúscula igual na mesma linha não diferem significativamente entre os ambientes (Tukey,  $p \leq 0,05$ ). Médias seguidas de letra minúscula igual na mesma coluna não diferem significativamente entre os genótipos (Tukey,  $p \leq 0,05$ ).

Fonte: Elaborado pelos autores

Apesar dos efeitos não controlados dos ambientes, alguns efeitos da genética foram consistentes entre os ambientes. Assim destaca-se o potencial para obtenção de cafés com alto teor de bioativos que alguns genótipos apresentam em determinado ambiente de cultivo. No geral, o genótipo BAG-11 apresentou maiores teores para todos os compostos bioativos hidrossolúveis estudados quando cultivado em Ariquemes, já os genótipos BAG-12, BAG-15 e BRS-1216 apresentaram teores maiores altos quando cultivados em Alta Floresta do Oeste (Tabelas 3, 4, e 5).

#### 4 CONCLUSÃO

O perfil de compostos bioativos hidrossolúveis (trigonelina, cafeína e ácidos clorogênicos) dos cafés *Coffea canephora*, de cultivares registradas e clones mantidos no Banco de Germoplasma da Embrapa, cultivados em dois ambientes em Rondônia, variou com o genótipo e ambiente de cultivo. Para os três compostos bioativos foi observada



interação entre genótipo e ambiente de cultivo, o genótipo BAG-11 foi o que apresentou maiores teores para todos os compostos hidrossolúveis quando cultivado em Ariquemes, e os genótipos BAG-12, BAG-15 e BRS-1216 apresentaram teores mais altos quando cultivados em Alta Floresta do Oeste.

### **AGRADECIMENTOS**

Ao CNPq, CAPES e Fundação Araucária pelas bolsas concedidas.



## REFERÊNCIAS

- ABIC. Associação Brasileira da Indústria de Café. **O café brasileiro na atualidade.** Disponível em: <<https://www.abic.com.br/tudo-de-cafe/o-cafe-brasileiro-na-atualidade/>>. Acesso em: 12 Jan. 2025.
- ACRE, L. B.; VIENZ, T.; FRANCISCO, J. S.; ROCHA, R. B.; ALVES, E. A.; BENASSI, M. T. Composition of *Coffea canephora* Varieties from the Western Amazon. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, São Paulo, v. 35, n. 8, p. 1-11, 2024.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, [s. l.], v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- BUTT, M. S.; SULTAN, M. T. Coffee and its consumption: benefits and risks. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 51, n. 4, p. 363–373, 2011.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: Café**, v.12. Safra 2025. n. 2. Segundo Levantamento. Disponível em: <https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safras/safra-de-cafe/2o-levantamento-de-cafe-safra-2025/boletim-cafe-maio-2025>. Acesso em: 06 Jun. 2025.
- CORBI-COBO-LOSEY, M. J.; MARTINEZ-GONZALEZ, M. Á.; GRIBBLE, A. K.; FERNANDEZ-MONTERO, A.; NAVARRO, A. M.; DOMÍNGUEZ, L. J.; TOLEDO, E. Coffee Consumption and the Risk of Metabolic Syndrome in the ‘Seguimiento Universidad de Navarra’ Project. **Antioxidants**, Basel, v. 12, n. 3, p. 686, 2023.
- COSTA, A. M. S.; SOARES, K. L.; SILVEIRA, L. S.; VERDIN FILHO, A. C.; PEREIRA, L. L.; OSÓRIO, V. M.; FRONZA, M.; SCHERER, R. Influence of maturation and roasting on the quality and chemical composition of new conilon coffee cultivar by chemometrics. **Food Research International**, Essex, v. 176, p. 113791, 2024.
- CRIPPA, A.; DISCACCIATI, A.; LARSSON, S. C.; WOLK, A.; ORSINI, N. Coffee consumption and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer: a dose-response meta-analysis. **American Journal of Epidemiology**, Baltimore, v. 180, n. 8, p. 763-775, 2014.
- DIAS, R. C.E.; BENASSI, M. T. Discrimination between arabica and robusta coffees using hydro soluble compounds: is the efficiency of the parameters dependent on the roast degree? **Beverages**, Basel, v. 1, n. 3, p. 127-139, 2015.
- DOMENIGHETTI, C.; SUGIER, P. E.; SREELATHA, A. A. K.; SCHULTE, C.; GROVER, S.; MOHAMED, O.; ELBAZ, A. Mendelian randomisation study of smoking, alcohol, and coffee drinking in relation to Parkinson’s disease. **Journal of Parkinson's Disease**, Amsterdam, v. 12, n. 1, p. 267-282, 2022.



FRANCISCO, J. S.; ALMEIDA, I. F.; PORTELA, C. S.; ALVES, E. A.; ROCHA, R. B.; MORI, A. L. B.; BENASSI, M. T. Teores de trigonelina, cafeína e ácidos clorogênicos em cafés *Coffea canephora* híbridos intervarietais naturais cultivados na Amazônia Ocidental. **Observatório De La Economía Latinoamericana**, Curitiba, v. 22, n. 7, p. 01-18, 2024.

FRANCISCO, J. S.; ALVES, E. A.; ROCHA, R. B., MORI, A. L. B., BENASSI, M. T. Cafés canéfora híbridos intervarietais mais cultivados na Amazônia Ocidental: composição em bioativos hidrossolúveis e atividade antioxidante. In: ALVES, E. A.; ROCHA, R. A., TEIXEIRA, A. L. **Café Canéfora: Ciência, sabor e identidade**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa. p. 106-132. (In press)

FERNANDES, R.; SOUZA, F. O.; SOBRAL, D. O.; DOS SANTOS, T. L. O.; MEIRELES, M. A. A.; BATISTA, E. A. C.; MAMEDE, A. M. G. N. Conilon coffee: A critical review and bibliometric analysis for the agri-food industry. **Food Research International**, Essex, v. 197, p. 115284, 2024.

GAASCHT, F.; DICATO, M.; DIEDERICH, M. Coffee provides a natural multitarget pharmacopeia against the hallmarks of cancer. **Genes & Nutrition**, New Orleans, v. 10, n. 6, p. 51, 2015.

GÖKCEN, B. B.; SANLIER, N. Coffee consumption and disease correlations. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 59, n. 2, p. 336–348, 2019.

HU, G. L.; WANG, X.; ZHANG, L.; QIU, M. H. The sources and mechanisms of bioactive ingredients in coffee. **Food & Function**, Cambridge, v. 10, n. 6, p. 3113–3126, 2019.

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**, London, v. 99, p. 364–370, 2019.

LU, H.; TIAN, Z.; CUI, Y.; LIU, Z.; MA, X. Chlorogenic acid: A comprehensive review of the dietary sources, processing effects, bioavailability, beneficial properties, mechanisms of action, and future directions. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, Chicago, v. 19, n. 6, p. 3130–3158, 2020.

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

MELITTA®. Café regiões brasileiras terras capixabas 250 g. Disponível em: <https://www.melitta.com.br/cafe-regioes-brasileiras-terrass-capixabas-250g/p>. Acesso em: 06 de Jun. 2025.

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



MUNYENDO, L. M., NJOROGE, D. M., OWAGA, E. E., MUGENDI, B. Coffee phytochemicals and post-harvest handling - A complex and delicate balance. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 102, p. 1-11, 2021.

OIC. Organização Internacional do Café. (2025). **Coffee Market Report – Abril de 2025**. Disponível em: [http://www.consorciopesquisacafe.com.br/images/stories/noticias/2021/2025/Abril/Relatorio\\_oic\\_abril.pdf](http://www.consorciopesquisacafe.com.br/images/stories/noticias/2021/2025/Abril/Relatorio_oic_abril.pdf). Acesso em: 06 jun. 2025.

O'KEEFE, J. H.; DINICOLANTONIO, J. J.; LAVIE, C. J. Coffee for Cardioprotection and Longevity. **Progress in Cardiovascular Diseases**, [s. l.], v. 61, n. 1, p. 38–42, 2018.

PARTELLI, F. L.; ESPINDULA, M. C. **Café conilon: conhecimento para superar desafios**. Alegre, ES: CAUFES, 2019.

PINHEIRO, C. A.; PEREIRA, L. L.; FIORESI, D. B.; OLIVEIRA, D. S.; OSORIO, V. M.; SILVA, J. A.; PEREIRA, U. A.; FERRÃO, M. A. G.; SOUZA, E. M. R.; 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**, Lismore 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**, London, v. 143, p. 111090, 2021.

RAMALHO, A. R.; ROCHA, R. B.; VENEZIANO, W.; SANTOS, M. M. **Cultivar de cafeiro Conilon BRS Ouro Preto: características agronômicas e agroindustriais**. 1. ed. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2014. 10 p. (Comunicado Técnico, 396). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1033180/1/COT396brsourupreto.pdf>

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**, Lavras, v. 43, p. e026119, 2020.

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. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2015. p. 99-126.

ROSA NETO, C.; ARAÚJO, L. V.; RAMOS, J. E. L. Aspectos de produção e comercialização da cadeia agroindustrial do café em Rondônia. In: MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M. C. **Café na Amazônia**. 1. ed. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2015. p. 449-474.

SCA. Specialty Coffee Association. **Beyond Coffea Arabica: Opportunities for Specialty Coffee with Coffea canephora**. Disponível em: <https://sca.coffee/sca->



[news/read/beyond-coffea-arabica-opportunities-for-specialty-coffee-with-coffea-canephora](https://www.readbyqxmd.com/read/35333333/beyond-coffea-arabica-opportunities-for-specialty-coffee-with-coffea-canephora.html). Acesso em: 06 Jun. de 2025.

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**. Xarja: Bentham Science Publishers, 2016. p. 180-220.

SOUZA, R.; BENASSI, M. T. Discrimination of commercial roasted and ground coffees according to chemical composition. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, São Paulo, v. 23, p. 1347-1354, 2012.

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**, Viçosa, v. 20, n. 3, p. e323420318, 2020.

TRÊS CORAÇÕES®. Projeto Tribos. Disponível em:  
<https://www.cafe3coracoes.com.br/nossos-produtos/cafes-raros-premiados/projetos-sociais/tribos/>. Acesso em: 06 Jun. 2025

USDA. United States Department of Agriculture. **Coffee: world markets and trade**. 2024. Disponível em: <<https://www.fas.usda.gov/data/coffee-world-markets-and-trade-12182024>>. Acesso em: 12 Jan. 2025.

VIENCZ, T.; ACRE, L. B.; ROCHA, R. B.; ALVES, E. A.; BENASSI, M. T. Caffeine, trigonelline, chlorogenic acids, melanoidins, and diterpenes contents of *Coffea canephora* coffees produced in the Amazon. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 117, p. 105140, 2023.

VIENCZ, T.; PORTELA, C. S.; ROCHA, R. B.; ALVES, E. A.; RAMALHO, A. R., DIAS, R. C. E.; BENASSI, M. T. (2024). Sensory characterization and acceptance of Amazonian Robustas coffee brews by consumers using a home-use test. **Beverages**, Basel, v. 10, n. 3, p. 57, 2024.

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**, Essex, v. 61, p. 279–285, 2014.

VIGNOLI, J. A.; MORI, A. L. B.; VIEGAS, M. C.; BASSOLI, D. G.; BENASSI, M. T. Comparative impact of different coffee constituents on the antioxidant capacity. In: KALSCHNE, D. L.; CORSO, M. P., DIAS, R. C. E. **Innovations in Coffee Quality**. 1. ed. Hauppauge: Nova Science Publishers, Inc., 2020, v. 1, p. 69-88.