



RELAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE CAROTENOÍDES FOLIARES COM CAFEÍNA E EXTRATO ETÉREO EM ERVA-MATE

Murilo Girolimetto Kohler | kohlermurilo@gmail.com

Vilmara Aparecida Santos da Costa | vilmara.s04@aluno.ifsc.edu.br

Josieli de Oliveira dos Santos Veiga | josieliveiga@ifsc.edu.br

Luiz Alberto Silva Stefanski | luiz.stefanski@ifsc.edu.br

Franciele Pozzebon Pivetta | franciele.pivetta@ifsc.edu.br

Eliziane Luiza Benedetti | eliziane.benedetti@ifsc.edu.br

RESUMO

Carotenóides e cafeína em erva-mate (*Ilex paraguariensis*) variam com luz; o estudo avalia o efeito do sombreamento na cultivar Aupaba, sobre a relação cafeína X carotenóides e extrato etéreo X carotenóides. A cultivar Aupaba foi cultivada em blocos casualizados sob três níveis de sombreamento; após colheita, folhas foram secas e moídas, e a cafeína e carotenóides analisados por espectrofotometria, enquanto o extrato etéreo foi determinado por Soxlet; em seguida, calcularam-se as relações entre compostos e realizou-se análise estatística. A relação EE x car não foi significativa, enquanto caf x car variou: baixo sombreamento 15,01, médio 20,40 e alto 18,61, indicando influência da luz no metabolismo foliar. Concluiu-se que o sombreamento médio favoreceu o bioacúmulo de cafeína de forma mais eficiente.

Palavras-chave: *Ilex paraguariensis*; carotenoides; sombreamento.

1. INTRODUÇÃO

Os carotenóides – carotenos e xantofilas – são pigmentos acessórios das folhas, cuja principal função é dissipação energética e proteção oxidativa, ao invés da absorção de luz para síntese de compostos químicos (Taiz e Zeiger, 2017 apud Dos Santos *et al.*, 2019). Condições edafoclimáticas, especialmente a intensidade luminosa, podem alterar suas concentrações (Taiz e Zeiger, 2008 apud Macedo e Da Costa Fernandes, 2021), impactando também a produção de subprodutos de interesse, como a cafeína na erva-mate (Da Silva, 2020; Macedo e Fernandes, 2021).

A erva-mate (*Ilex paraguariensis*) é uma árvore da família Aquifoliaceae, nativa do sul do Brasil e presente no Mato Grosso do Sul, Paraguai e Argentina (Oliveira e Rotta, 1985 apud Chechi e Schultz, 2016). Tradicionalmente cultivada para consumo em chimarrão, tereré e chá mate (Carvalho, 2003), é frequentemente cultivada em sub-bosque de florestas nativas, contribuindo para a conservação desses ambientes.

Para garantir essa função conservacionista, é necessária produção comercial adequada (Santin *et al.*, 2023). A espécie tolera sombreamento, mas também se adapta a pleno sol (Carvalho, 2003), alterando a concentração de pigmentos foliares em resposta às condições de luz. Assim, o presente trabalho objetiva avaliar a influência do sombreamento na razão entre cafeína x carotenóides e extrato etéreo x carotenóides em folhas da cultivar Aupaba de erva-mate.



2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi instalado em 2021 em Canoinhas (SC), 26°20'21"S, 50°35'45"W, 815 m de altitude. O clima é temperado mesotérmico úmido (Cfb) com chuvas bem distribuídas (Wrege *et al.*, 2012). O solo de baixa fertilidade foi corrigido pré-plantio conforme Santin *et al.* (2015 *apud* Santin *et al.*, 2023).

O delineamento foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas, quatro blocos, três níveis de sombreamento e duas cultivares, considerando-se neste resumo apenas a cultivar Aupaba. As mudas, propagadas por miniestaquia em tubetes de 180 cm³, foram plantadas em covas de 25 × 25 cm com altura média de 20 cm, em espaçamento de 1,65 × 2,75 m, recebendo aplicações de uréia a cada seis meses (Santin *et al.*, 2023). Os níveis de sombra foram determinados por fotografias equidistantes com câmera Canon EOS 6D e lente olho de peixe de 8 mm, analisadas pelo software Gap Light Analyser 2.0 (Frazer *et al.*, 1990 *apud* Santin *et al.*, 2023), resultando em 30%, 51% e 58% de sombreamento, correspondendo a baixo, médio e alto nível, respectivamente (Santin *et al.*, 2023).

Em fevereiro de 2025 foi realizada a colheita de folhas e ramos finos de erva mate, as amostras foram secas em estufa de ventilação forçada, acondicionadas em sacos de papel, aquecidos a 65°C por 48 horas. Posteriormente a secagem, foram moídas em moinho de facas e as amostras foram separadas para as análises. Seguindo o Instituto Adolfo Lutz (2008), a cafeína foi extraída e analisada por espectrofotometria UV/VIS a 274 nm, com curva padrão preparada a partir de cafeína anidra (99%) em duplicata, enquanto os carotenóides foram analisados por metodologia adaptada de Hendry e Grime (1993), com água como solvente e 0,5 g de amostra seca em triplicata, a 480 nm. A determinação de extrato etéreo foi realizada por extração direta em Soxlet, usando éter como agente extrator em 4 g de amostra seca, com posterior pesagem do resíduo descontando a tara do recipiente (Instituto Adolfo Lutz, 2008, p. 117).

Dividiu-se a concentração de extrato etéreo e a concentração média da cafeína (entre as duplicatas) pela concentração de carotenóides – considerando cada valor de EE e da média de cafeína para cada valor de concentração das triplicatas dos carotenóides. A análise estatística procedeu-se após verificação de pressupostos em software JASP versão 0.5.9.3. Para o conjunto de dados da relação de EE X carotenóides (EE×car), o pressuposto de homogeneidade de variâncias não foi atendido, e portanto conduziu-se teste de Kruskal-Wallis ($p<0,05$). Para a relação de cafeína X carotenóides (caf×car), os dados foram transformados por log de base 10 e realizou-se ANOVA ($p<0,05$) e teste *post-hoc* de Tukey ($p<0,05$). Já para determinar a curva padrão das análises de cafeína, considerou-se os valores obtidos através das soluções com cafeína anidra e clorofórmio e procedeu-se à análise de regressão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A relação EE × car não apresentou significância estatística (Figura 1), enquanto a curva padrão de cafeína foi linear, através da função: concentração de cafeína (mg/ml) =



22ª Semana Nacional de CIÊNCIA & TECNOLOGIA

04 a 06 de novembro de 2025

Planeta Água

Cultura oceânica para
enfrentar as mudanças
climáticas no meu
território.

INSTITUTO FEDERAL
Santa Catarina
Câmpus Canoinhas

(absorbância 274nm - 0,0062)/ 45,094; possuindo coeficiente de determinação de 95%. Já a relação caf × car variou significativamente: baixo sombreamento teve o menor valor (15,01), o médio o maior (20,40) e o alto apresentou valor intermediário (18,61) (Figura 1).

Figura 1 – Médias obtidas no experimento para as devidas relações analisadas.

Tratamento	% Sombreamento	EEXcaf (%/μmol)	cafXcar (mg/μmol)
Baixo	30	26,41 ns	15,01 b
Médio	52	25,89 ns	20,40 a
Alto	58	24,13 ns	18,61 ab

Letras iguais indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ($p<0,05$)

Fonte: Os autores (2025).

Plantas expostas a condições ensolaradas tendem a apresentar maiores taxas fotossintéticas e, por conseguinte, maior produção de metabólitos, como é o caso da cafeína. Contudo, para espécies consideradas umbrófilas, existe um ponto ótimo de sombreamento (Sambongi; Yasuda; Yamaguchi, 1986). Devido à ação de proteção oxidativa dos carotenóides, plantas sob maior exposição luminosa tendem a expressar mais genes envolvidos na síntese dessas moléculas, sendo o acúmulo orientado pela intensidade luminosa. Ainda assim, condições de sombreamento podem levar certas espécies a apresentarem maiores concentrações desses pigmentos, mesmo sob menor risco oxidativo (Fu *et al.*, 2022).

Os resultados indicam que a intensidade luminosa influencia a relação caf×car, com maior valor sob sombreamento médio, sugerindo que luz intermediária favorece o equilíbrio entre pigmentos e compostos secundários na cultivar Aupaba. De forma semelhante, Acidri *et al.* (2020) observaram forte correlação entre pigmentos fotossintetizantes e substâncias antioxidantes, como a cafeína, indicando que a variação em caf×car reflete a interação entre balanço energético e regulação do metabolismo secundário.

4. CONCLUSÃO

A relação carotenóides × extrato etéreo não foi afetada pelo sombreamento, enquanto a relação carotenóides × cafeína aumentou sob sombreamento intermediário (52%), indicando maior acúmulo foliar de cafeína.

REFERÊNCIAS

ACIDRI, Robert; SAWAI, Yumiko; SUGIMOTO, Yuko; HANNA, Takuo; SASAGAWA, Daisuke; MASUNAGA, Tsugyaki; YAMAMOTO, Sadahiro; NISHIHARA, Eiji. Phytochemical profile and



22ª Semana Nacional de CIÊNCIA & TECNOLOGIA

04 a 06 de novembro de 2025

Planeta Água

Cultura oceânica para
enfrentar as mudanças
climáticas no meu
território.

INSTITUTO FEDERAL
Santa Catarina
Câmpus Canoinhas

antioxidant capacity of coffee plant organs compared to green and roasted coffee beans. **Antioxidants (Basel)**, v. 9, n. 2, 22 jan. 2020. DOI: doi: 10.3390/antiox9020093.

CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, v.1, 1039p., 2003.

CHECHI, Letícia Andrea; SCHULTZ, Glauco. A produção de erva-mate: um estudo da dinâmica produtiva nos estados do sul do Brasil. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v. 13, n. 23, p. 16 - 26, 2016.

DA SILVA, Thaís Alves. **Avaliação dos teores de cafeína e teobromina presentes nas folhas e nos ramos de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) e seus impactos no custo de produção de um extrato seco padronizado**. 2020. Dissertação: mestrado profissional – Programa de pós-graduação em engenharia de biomateriais e bioprocessos, UNESP, Araraquara. 2020.

DOS SANTOS, Patrick Luan Ferreira; DE CASTILHO, Regina Maria Monteiro; GAZOLA, Raíssa Pereira Dinalli. Pigmentos fotossintéticos e sua correlação com nitrogênio e magnésio foliar em grama bermuda cultivada em substratos. **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 8, n. 1, p. 92 - 101, 2019.

FU, Xumin; CHEN, Jiaming; LI, Jianlong; DAI, Guangyi; TANG, Jinchi; YANG, Ziyin. Mechanism underlying the carotenoid accumulation in shaded tea leaves. **Food Chemistry X**, v. 14, 4 mai. 2022. DOI: 10.1016/j.fochx.2022.10032.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1032 p., 2008.

HENDRY, Gordon Alexander Frederick; GRIME, John Phillip. **Methods in comparative plant ecology**: a laboratory manual. 1 ed. London: Chapman & Hall, 252 p. 1993.

MACEDO, Pietro Menezes Sanches; FERNANDES, Erika Da Costa. Análise de pigmentos e carotenoides como biomarcadores em cana-de-açúcar. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 3, p. 30633 - 30641, 2021.

SAMBONI, Kazuo; YASUDA, Takeshi; YAMAGUCHI, Tadashi. Effect of Shading on Photosynthesis of *Coffea arabica*. **Japan Journal of Tropical Agriculture**, v. 30, n. 3, p. 149 - 152, 1986.

SANTIN, Delmar; ROMANCHUK, José Carlos; DE SOARES, Márcia Toffani; WENDLING, Ivar; PAULETTI, Volnei; BENEDETTI, Eliziane Luiza. Nível de sombra na produtividade inicial de clones de erva-mate. In: Congreso Sudamericano de Yerba Mate, 8, Itapúa. **Actas**: Universidad Nacional de Itapúa, p. 32-37, 2023

WREGE, Marcos Silveira; STEINMETZ, Silvio; REISSER JÚNIOR, Carlos; DE ALMEIDA, Ivan Rodrigues. **Atlas climático da região Sul do Brasil**. 2. ed. rev. Brasília: Embrapa, 333 p., 2012.