



Níveis de sombreamento e do genótipo no conteúdo de clorofila em folhas de erva-mate

Vilmara Aparecida Santos da Costa | vilmara.s04@aluno.ifsc.edu.br¹

Murilo Girolimetto Kohler | murilo.gk2004@aluno.ifsc.edu.br¹

José Carlos Romanchuk | jose.cr12@aluno.ifsc.edu.br¹

Josiele de Oliveira dos Santos Veiga | josieli.veiga@ifsc.edu.br²

Franciele Pozzebon Pivetta | franciele.pivetta@ifsc.edu.br³

Eliziane Luiza Benedetti | eliziane.benedetti@ifsc.edu.br³

Edital 02/2024/ PROPI-UNIVERSAL

Trabalho de Pesquisa

DT 2 - Meio Ambiente, Agroindústrias, Territórios e Sustentabilidade Socioambiental

Resumo: A erva-mate é uma planta nativa da região sul do Brasil. Suas folhas são consumidas na forma de infusão e possuem compostos bioativos, como a clorofila. A intensidade luminosa e o genótipo influenciam o conteúdo deste pigmento. O objetivo foi avaliar diferentes níveis de sombreamento e de genótipos no conteúdo de clorofila. O experimento foi conduzido em fatorial 3 x 2, com três níveis de sombra: baixo (T1), médio (T2) e alto (T3) e dois genótipos: BRS BLD Aupaba e EC40, com 4 repetições. Foram avaliados o conteúdo de clorofila a, b e total nas folhas de erva-mate. Não houve diferença entre nível de sombreamento e genótipo para clorofila a. O genótipo EC40 apresentou menor teor de clorofila b sob baixa intensidade de sombreamento. Para clorofila total, a maior concentração foi no T2. Aupaba não difere entre os níveis de sombreamento. A compreensão da resposta de diferentes genótipos aos níveis de sombreamento possibilita o aprimoramento de estratégias de manejo, contribuindo para a obtenção de matéria-prima mais uniforme.

Palavras-chave: *Ilex paraguariensis*; pigmentos fotossintéticos; compostos bioativos.

Introdução

A erva-mate (*Ilex paraguariensis*) é nativa do sul do Brasil, utilizada em infusões, como chimarrão e tererê. Suas folhas são ricas em compostos bioativos, dentre eles a clorofila, que pode ser explorada como fonte natural de pigmentos e antioxidantes (Petterson *et al.*, 2022).

Desta forma, compreender a influência de fatores genéticos e da intensidade luminosa sobre a produção de compostos de interesse, como clorofila, proporciona o

¹ Estudante do curso de Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de Santa Catarina, Campus Canoinhas.

² Técnica de laboratório, Instituto Federal de Santa Catarina, Campus-Canoinhas.

³ Professora, Instituto Federal de Santa Catarina, Campus-Canoinhas.

desenvolvimento de técnicas de manejo que visem à obtenção de matéria-prima padronizada, o que permite atender a mercados mais exigentes, agregando valor ao produto e promovendo benefícios ao longo de toda a cadeia produtiva.

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência do nível de sombreamento e de genótipos na concentração de clorofila em folhas de erva-mate.

Fundamentação teórica

A clorofila é um composto bioativo com propriedades antioxidantes, antimutagênicas e anticarcinogênicas. Sua estrutura química possibilita a neutralização de radicais livres e a modulação de processos celulares associados ao desenvolvimento de doenças (Martins *et al.*, 2023). Nesse contexto, compreender os fatores que influenciam os teores de clorofila torna-se relevante sob os aspectos fisiológicos e produtivos.

A intensidade luminosa influencia diretamente as características morfológicas e fotossintéticas das folhas, que desempenham papel fundamental na captação de luz e na adaptação fisiológica das plantas às condições ambientais (Kim *et al.*, 2011; Fermino Junior e Fockink, 2017). Em diferentes espécies vegetais, variações na luminosidade podem alterar os teores de clorofila, com maior acúmulo frequentemente observado em condições de sombreamento, como mecanismo de compensação fisiológica (Martinazzo *et al.*, 2007).

Além dos fatores ambientais, as respostas fisiológicas das plantas também são influenciadas pelas características genéticas. O genótipo influencia diretamente os teores de clorofila, já que diferentes cultivares de erva-mate variam na eficiência fotossintética e na capacidade de acumular pigmentos (Aguar, 2021). Essa variabilidade está relacionada à plasticidade fenotípica que permite ajustes nos teores de clorofila e no desempenho fisiológico conforme as condições de cultivo (Ribeiro *et al.*, 2020).

Os mecanismos fisiológicos relacionados às diferenças entre plantas adaptadas ao sombreamento e à elevada intensidade luminosa ainda não estão completamente elucidados (Melloni *et al.*, 2018), sendo necessários mais estudos que subsidiem cientificamente o sistema produtivo. Esses avanços podem contribuir para o aprimoramento do manejo e da eficiência produtiva da cultura.

Procedimentos metodológicos

O experimento foi instalado em fevereiro de 2021 em Canoinhas-SC sob clima temperado úmido (Cfb) segundo Köppen (Alvares *et al.*, 2013). O estudo foi conduzido no sistema de blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial 3x2: três níveis de sombreamento, estimado por meio de fotografias hemisféricas, processadas no software *Gap Light Analyser*, resultando em: T1=baixo (30%), T2=médio (51%) e T3=alto (58%).

Foram avaliados dois genótipos de erva-mate: BRS BLD Aupaba, caracterizado pela elevada produtividade de massa foliar e sabor suave (Wendling *et al.*, 2017), e EC40, genótipo experimental do programa de melhoramento genético da Embrapa, com elevada produtividade e alto teor de cafeína (Helm *et al.*, 2015). Ambos os materiais foram propagados por miniestaquia. O sombreamento foi proporcionado por diferentes densidades de remanescentes da Floresta Ombrófila Mista.

Para as análises, foram utilizadas folhas do terço médio, coletadas a campo e secas em estufa a 65 °C. As análises foram realizadas a partir de extrato aquoso e leitura em espectrofotômetro, conforme metodologia adaptada de Hendry e Grime (1993). Para o preparo dos extratos, 0,5 g de pó de erva-mate foram misturados a 100 mL de água destilada a 80 °C, sonicados por 30 minutos, filtrados e transferidos para tubos Falcon protegidos da luz com papel alumínio, permanecendo sob refrigeração até a análise.

As leituras de absorbância foram realizadas a 663 nm para a clorofila a, 645 nm para a clorofila b. Os teores foram calculados a partir das absorbâncias (A₆₆₃; A₆₄₅), do volume do extrator (V) e da massa de matéria fresca (MF). Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey (5%), utilizando o software Sisvar.

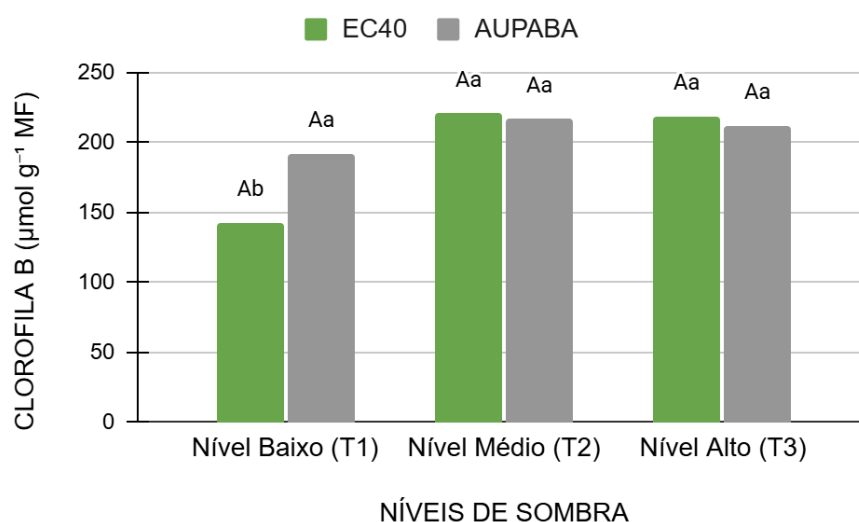
Resultados e discussões

Não foram observadas diferenças significativas entre os níveis de sombreamento e os genótipos para o teor de clorofila a.

Para a clorofila b, o genótipo BRS BLD Aupaba não apresentou variação significativa entre os níveis de sombreamento (Figura 1). Entretanto, no genótipo EC40, a

maior incidência luminosa promoveu redução do teor de clorofila b ($142,59 \mu\text{mol g}^{-1} \text{MF}$), diferindo dos demais níveis de sombreamento T2 ($220,84 \mu\text{mol g}^{-1} \text{MF}$) e T3 ($218,77 \mu\text{mol g}^{-1} \text{MF}$) (Figura 1).

Figura 1 – Conteúdos de clorofila b em diferentes genótipos de erva-mate sob níveis de sombreamento. Letras maiúsculas comparam o genótipo dentro de cada nível de sombreamento e letras minúsculas comparam os níveis de sombra dentro de cada genótipo. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

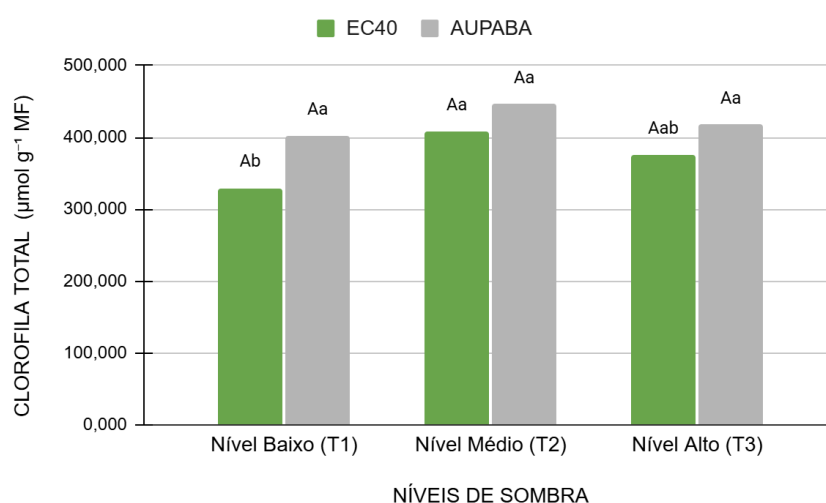


Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Esse comportamento indica menor acúmulo de clorofila b no genótipo EC40 sob maior incidência luminosa. Tal resultado corrobora estudos que relatam redução dos teores de clorofila em condições de elevada luminosidade, especialmente b, por não necessitarem investir na produção de pigmentos coletores em ambientes com maior incidência luminosa (Souza *et al.*, 2008).

O genótipo BRS BLD Aupaba apresentou estabilidade nos teores de clorofila total entre os diferentes níveis de sombreamento (Figura 2). Para EC40, o menor teor foi observado sob baixo sombreamento ($329,72 \mu\text{mol g}^{-1} \text{MF}$), sem diferir de T3 ($375,77 \mu\text{mol g}^{-1} \text{MF}$). O tratamento T3 também não diferiu estatisticamente de T2 ($446,31 \mu\text{mol g}^{-1} \text{MF}$) (Figura 2).

Figura 2 - Conteúdos de clorofila total em diferentes genótipos de erva-mate sob níveis de sombreamento. Letras maiúsculas comparam o genótipo dentro de cada nível de sombreamento e letras minúsculas comparam os níveis de sombra dentro de cada genótipo. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Os resultados observados podem estar relacionados a mecanismos fisiológicos de aclimação à luz, nos quais níveis moderados de sombreamento favorecem o aumento do conteúdo de clorofila (Kume *et al.*, 2018).

Considerações finais

A compreensão da resposta de diferentes genótipos aos níveis de sombreamento possibilita o aprimoramento de estratégias de manejo, contribuindo para a obtenção de matéria-prima mais uniforme.

A constância na produção de clorofila total observada nos diferentes níveis de sombreamento para o genótipo BRS BLD Aupaba indica potencial de adaptação a diferentes níveis de sombreamento avaliados neste estudo. Por outro lado, o genótipo EC40 apresentou maiores teores de clorofila total em condições de maior sombreamento.



Referência ao fomento recebido

Trabalho executado com recursos do Edital 02/2024/ PROPPI-UNIVERSAL.

Referências

AGUIAR, N. S. **Níveis de sombreamento na produção de massa foliar e compostos bioativos em clones de erva-mate cultivados em sistema semi-hidropônico.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2021.

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

FERMINO JUNIOR, P. C. P.; FOCKINK, G. D. et al. Anatomia foliar de plantas jovens de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hill.) sob diferentes níveis de sombreamento. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 16, n. 3, p. 335–341, jul./set. 2017. DOI: <https://doi.org/10.18188/1983-1471/sap.v16n3p335-341>.

HENDRY, G. A.; GRIME, J. P. (Ed.). **Methods in comparative plant ecology: a laboratory manual.** Springer Science & Business Media, 1993.

HELM, C. V. ET et al. Efeito do solvente na extração de teobromina e cafeína em progênies de erva-mate. Comunicado Técnico, Embrapa 363, Colombo, PR, dez. 2015.

KUME, A.; AKITSU, T.; NASAHARA, K. N. Why is chlorophyll b only used in light harvesting systems? **Journal of Plant Research**, v. 131, p. 961-972, 2018.

MARTINS, T. et al. Aprimorando os benefícios para a saúde por meio de clorofilas e alimentos agropecuários ricos em clorofila: uma revisão abrangente. **Molecules**, v. 28, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules28145344>.

MARTINAZZO, E. G. et al. Efeito do sombreamento sobre o crescimento inicial e teor de clorofila foliar de *Eugenia uniflora* Linn (pitanga) – Família Myrtaceae. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, p. 162–164, jul. 2007.

MELLONI, R.; et al. Sistemas agroflorestais cafeeiro-araucária e seu efeito na microbiota do solo e na nutrição do cafeeiro. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 3, p. 283–294, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509832392>.

PETTERSON, A. R. et al. Clorofila extraída de resíduo industrial da erva-mate (*Ilex paraguariensis*) uma possibilidade de economia circular. **Química Nova**, v. 45, p. 767-776, 2022.



RIBEIRO, L. et al. Plasticidade fenotípica de caracteres morfofisiológicos e reflexão espectral de folhas de *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. **Enciclopédia Biosfera**, v. 17, n. 30, 2020.

SOUZA, G. S. de et al. Determinação de clorofila em folhas de sombra e sol em plantas de jamelão. In: ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 12., 2008, São José dos Campos. Universidade do Vale do Paraíba, 2008. p. 1-4.

WENDLING, I. et al. BRS BLD Aupaba e BRS BLD Yari: cultivares clonais de erva-mate para produção de massa foliar de sabor suave. 2017.