

**DÍODOS EMISSORES DE LUZ (LED) NA MICROPROPAGAÇÃO DE CAPIM-DOCE  
(*LIPPIA DULCIS* TREVIR.)**

 <https://doi.org/10.56238/arev7n5-309>

**Data de submissão:** 20/04/2025

**Data de publicação:** 20/05/2025

**Maria Sintia Monteiro da Costa**

Doutora em Biodiversidade e Biotecnologia  
Instituição: Universidade Federal do Pará (UFPA)  
E-mail: sintiamonteiro@hotmail.com

**Thalia da Silva Oliveira**

Graduanda em Biotecnologia  
Instituição: Universidade Federal do Pará (UFPA)  
E-mail: thalia.silva0104@gmail.com

**Thainara da Silva Oliveira**

Graduanda em Biotecnologia  
Instituição: Universidade Federal do Pará (UFPA)  
e-mail: thainaraoliveira1101@gmail.com

**Débora Lisboa Corrêa Costa**

Mestre em Teoria e Pesquisa do Comportamento  
Instituição: Secretaria de Saúde do Estado do Pará (SESPA)  
E-mail: debylisboa2007@yahoo.com.br

**Ana Paula Ribeiro Medeiros**

Doutora em Plantas Medicinais, Aromáticas e Condimentares  
Instituição: Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade  
E-mail: paula.amedeiros@hotmail.com

**Anderson da Silva Costa**

Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia  
Instituição: Embrapa Amazônia Oriental  
E-mail: anderson.costa@embrapa.br

**Simone Rodrigues de Miranda**

Doutora Biologia Molecular  
Instituição: Embrapa Amazônia Oriental  
E-mail: simone.rodrigues@embrapa.br

**Osmar Alves Lameira**

Doutor em Fitotecnia, Biotecnologia de Plantas  
Instituição: Embrapa Amazônia Oriental  
E-mail: osmar.lameira@embrapa.br

## RESUMO

A planta *Lippia dulcis*, da família Verbenaceae, é conhecida como “erva dos astecas” no México e “capim doce” no Brasil. Seu chá é utilizado no tratamento de tosse e bronquite, e devido seu sabor e aroma adocicado também é utilizado como adoçante natural. Apesar do uso tradicional, há escassez de estudos científicos sobre suas potencialidades. A micropropagação *in vitro* é uma técnica que permite estudar o comportamento da *L. dulcis*, em condições laboratoriais controladas. Objetivou-se avaliar os efeitos dos diferentes comprimentos de onda no crescimento *in vitro* da *L. dulcis*. O estudo, conduzido no Laboratório de Biotecnologia e Recursos Genéticos da Embrapa Amazônia Oriental, utilizou explantes de plantas micropropagadas *in vitro*. Os explantes (segmento nodal) foram inoculados em tubos contendo 10 mL de meio MS (Murashige e Skoog, 1962). Os meios foram suplementados com sacarose (30,0 g.L<sup>-1</sup>), o pH foi ajustado a  $5,7 \pm 0,1$  e em seguida gelificados com ‘Phytigel’ (3,0 g.L<sup>-1</sup>). Após a inoculação, os tubos foram acondicionados em sala, temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  em 4 diferentes comprimentos de onda: LED branca: tratamento 1:  $26 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ , LED verde: tratamento 2:  $15 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ , LED azul: tratamento 3:  $23 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ , LED amarelo: tratamento 4:  $13 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ . O fotoperíodo foi de 12 horas/dia. Durante 90 dias, as alturas das plântulas e o número de brotos foram mensalmente avaliados. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC). Apesar da baixa diferença estatística, na altura dos brotos, os tratamentos branco, verde e amarelo se destacam tendo maiores médias. Sobre as médias de brotação não ocorreu diferença estatística. Os diferentes comprimentos de ondas também afetam os teores de clorofila *a*, clorofila *b* e carotenoides na espécie avaliada. Para a clorofila total os tratamentos branco e azul apresentaram as maiores concentrações ocorrida.

**Palavras-chave:** Cultura de tecidos vegetais. Plantas medicinais. Biotecnologia vegetal.

## 1 INTRODUÇÃO

A família Verbenaceae reúne aproximadamente 36 gêneros e 1.000 espécies com distribuição pantropical (SOUZA; LORENZI, 2012). As espécies de Verbenaceae são bastante conhecidas cientificamente por possuírem constituintes químicos com importantes propriedades bioativas (ROCHA et al., 2022). Dentre os gêneros dessa família, *Lippia* se destaca devido ao seu potencial fitoquímico e uso medicinal (PINTO et al., 2005). No Brasil, tal importância na medicina popular se relaciona ao potencial uso das espécies de *Lippia* para o tratamento de dores estomacais, gastrites, malária, febre, anemia, hipertensão, enxaqueca, intoxicação e como calmante e sedativo (RODRIGUES; ANDRADE, 2014; VÁSQUEZ; MENDONÇA; NODA, 2014; ARAÚJO; LEMOS, 2015; MOURA et al., 2016).

Dentre estas espécies, a *L. dulci* Trevir se destaca como uma das plantas medicinais mais antigas, da família Verbenaceae, usadas pela humanidade (CONTRERAS-PUENTES et al., 2022). Em termos botânicos, tal espécie é morfológicamente classificada com hábito herbáceo, medindo entre 15 e 60 cm de altura, quando adulta; as folhas têm pecíolos de 1 a 2 cm, com lâmina oval; e a inflorescência é em espigas, do tipo oval ou oblongo; e o enraizamento ocorre nos nós (O'LEARY; MÚLGURA, 2012). Ademais, trata-se de uma planta aromática e medicinal, cujas folhas e flores apresentam forte sabor adocicado em razão da presença de um composto químico sesquiterpenoide chamado hernandulcina, além de outros, como os sesquiterpenos oxigenados do tipo bisabolano e pi- $\alpha$ -bisabolol (GERMANO et al., 2022; RIBEIRO et al., 2024), o que pode variar significativamente de acordo com a origem geográfica da planta, entre outros fatores (CASTILLO et al., 2024).

Na região amazônica do Brasil, a planta *L. dulcis* é conhecida popularmente como capim-doce, sendo utilizada como tranquilizante e no tratamento de diabetes (RIBEIRO et al., 2024). Entretanto, em outros estudos, *L. dulcis* teve uso reportado para o tratamento da tosse e bronquite e como anti-inflamatório (COMPADRE; ROBBINS; KINGHORN, 1986; PÉREZ et al., 2005). Ressalta-se ainda que, embora haja uso dessa espécie na medicina popular, existe a possibilidade do emprego de *L. dulcis*, como adoçante, com baixa propriedade cariogênica, e aditivo em alimentos e formulações de produtos farmacêuticos e produtos de higiene bucal (COMPADRE; ROBBINS; KINGHORN, 1986). Por sua vez, Castillo et al. (2024), ao verificarem a ausência de cânfora no óleo essencial de quimiotipos de *L. dulcis*, no Equador, sugeriram que isto seja indicativo promissor para o uso sustentável dessa espécie como adoçante natural e não cariogênico.

Neste contexto, torna-se importante frisar que estudos sobre as técnicas de propagação de uma espécie vegetal consistem em um dos pontos primordiais para a introdução de uma cultura para fins comerciais, porém, são encontrados poucos trabalhos, na literatura, a respeito do processo de

desenvolvimento e propagação de *L. dulcis* (RIBEIRO et al., 2022). Neste viés, evidencia-se a importância da micropropagação como uma alternativa viável no cultivo de plantas medicinais, visto que permite a obtenção de muitas plantas com autenticidade variável em qualquer época do ano (NICOLOSO et al., 2001). Essa técnica trata de uma biotecnologia *in vitro* de multiplicação rápida de plantas de elite, utilizando métodos modernos de cultura de tecidos vegetais, sendo muito aplicada nas indústrias agrícola, hortícola e florestal (MORAES; CERDEIRA; LOURENÇO, 2021).

Apesar da relevância dessa técnica, as informações científicas sobre plantas medicinais crescem em um ritmo pouco intenso em relação aos métodos de propagação, manipulação *in vitro* e produção de metabólitos de interesse econômico (MORAIS et al., 2012), inclusive para a espécie *L. dulcis*. Entretanto, os esforços para o desenvolvimento de protocolos de micropropagação visam basicamente à superação de limitações nas variadas etapas do cultivo *in vitro* das plantas, que dependem de vários fatores e precisam de estudos específicos para superá-los em cada espécie vegetal cultivada (ALMEIDA et al., 2016). Dentre estes fatores, a intensidade de luz e a temperatura são determinantes para o sucesso do cultivo *in vitro*, os quais são realizados de forma artificial com salas fechadas e climatizadas, com iluminação a partir de lâmpadas de Diodo Emissor de Luz (LED) ou fluorescentes (SILVA et al., 2016; SILVA et al., 2023).

Neste sentido, cita-se o estudo de Rocha et al. (2022), que avaliou o efeito de diferentes intensidades e comprimentos de onda de luz na morfogênese sobre mudas de *L. dulcis* cultivadas *in vitro*, cujos resultados indicaram que as condições ideais de cultivo *in vitro* para *L. dulcis* são alcançadas sob maior intensidade de luz ( $139 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), enquanto as combinações de espectros de luz 50%Azul: 50%Vermelha e 30%Azul: 70%Vermelha resultaram na propagação de mudas com melhores condições para a fase de aclimação. Por sua vez, Guedes et al. (2023) que, utilizando as técnicas de micropropagação, verificaram que os tratamentos com diferentes irradiâncias luminosas ( $35, 45$  e  $75 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) de lâmpada LED branca não inibiram a capacidade de desenvolvimento de plântulas de *L. dulcis*, e conseqüentemente, não afetando diretamente a altura das plantas conservadas *in vitro*.

Diante do exposto, torna-se importante dar continuidade aos estudos sobre a técnica de micropropagação de *L. dulcis* avaliando os diferentes efeitos da luz sobre o desenvolvimento *in vitro* de espécies potenciais para processos biotecnológicos, como a *L. dulcis*. Neste caso, busca-se preencher lacunas em relação às melhores condições para a aclimação de capim doce durante a micropropagação, utilizando LEDs com diferentes comprimentos de onda, pois de acordo com Stefanel et al. (2020), os LEDs são considerados uma opção bastante promissora em laboratórios de

micropropagação, resultando na qualidade das plantas cultivadas. Deste modo, o objetivo do presente trabalho avaliou a influência de LEDs sobre o capim-doce (*Lippia dulcis* Trevir.) em cultivo *in vitro*.

## 2 METODOLOGIA

O estudo foi realizado no Laboratório de Biotecnologia e Recursos Genéticos (LBRG), da Embrapa Amazônia Oriental, localizada em Belém, estado do Pará. Os explantes utilizados neste estudo foram obtidos de plantas micropropagadas *in vitro*, pertencentes ao LBRG.

### 2.1 DIFERENTES COMPRIMENTOS DE ONDA

Foram realizados 4 tratamentos (diferentes comprimentos de onda). Os explantes foram inoculados em tubos contendo 10 mL de meio MS (MURASHIGE e SKOOG, 1962). Os meios foram suplementados com sacarose (30,0 g.L<sup>-1</sup>), o pH foi ajustado a  $5,7 \pm 0,1$  e em seguida gelificados com 'Phytigel' (3,0 g.L<sup>-1</sup>). Após a inoculação, os tubos foram acondicionados em uma sala com temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  em 4 diferentes comprimentos de onda: LED branca: tratamento 1:  $26 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ , LED verde: tratamento 2:  $15 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ , LED azul: tratamento 3:  $23 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ , LED amarelo: tratamento 4:  $13 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ . O fotoperíodo foi de 12 horas/dia.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC), com 4 tratamentos e 4 repetições, contendo um explante por tubos. Durante 90 dias, mensalmente, foram avaliados as alturas das plântulas (medição direta com régua graduada) e o número de brotos.

### 2.2 QUANTIFICAÇÃO DE CLOROFILA E CAROTENOIDES

Após a 3ª avaliação, foram realizadas análises para a quantificação de clorofila e carotenoides, e a quantificação foi realizada de acordo com o método de Lichthenthaler (1987). Foram utilizadas uma amostra de cada tratamento com aproximadamente 100 mg do tecido foliar e 50 mg de CaCO<sub>3</sub>, em seguida foi acrescentado 5 mL de acetona 80% como solvente para a maceração com ajuda do almofariz e pistilo de porcelana.

Após a maceração, os extratos das amostras foram centrifugados a 6.000 rpm, durante 10 minutos a 10°C. Após a centrifugação, o sobrenadante foi transferido cuidadosamente para tubetes envoltos de papel alumínio, acrescentando mais acetona a 80% para completar o volume de 15 mL (LICHTHENTHALER, 1987).

A leitura de absorbância foi feita com um espectrofotômetro em 3 comprimentos de onda diferentes: 663 nm, 646 nm e 470 nm. Para obter os valores reais das concentrações de clorofila e

carotenoide em  $\text{mg L}^{-1}$ , foram necessários realizar o cálculo com as seguintes fórmulas (LICHTHENTHALER., 1987).

$$\text{Clorofila } a = C_a = 12,25 A_{663,2} - 2,79 A_{646,8}$$

$$\text{Clorofila } b = C_b = 21,50 A_{646,8} - 5,10 A_{663,2}$$

$$\text{Clorofilas totais} = C_{(a+b)} = 7,15 A_{663,2} + 18,71 A_{646,8}$$

$$\text{Carotenóides (xantofilas + carotenos)} = (1000 A_{470} - 1,82 C_a - 85,02 C_b) / 198$$

### 2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A diferença das amostras foi calculada com a utilização do software BioEstat versão 5.3. (AYRES et al., 2007). Para verificar a normalidade dos dados, foi usado o teste de Shapiro-Wilk. As médias foram comparadas pelo teste não-paramétrico Kruskal-Wallis (Dunn). O valor do nível de significância foi de 5%.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 ANÁLISE PARA ALTURA E NÚMERO DE BROTO DA ESPÉCIE *LIPPIA DULCIS*

As diferentes qualidades de luz afetaram o crescimento das plântulas de *Lippia dulcis* Trevir. Em relação à altura média das plântulas, na avaliação de 30 dias, não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos (Tabela1).

Na Tabela 1, para a avaliação de 60 e 90 dias, o tratamento verde apresentou maior média, passando de 11,87 cm para 12,75 cm, enquanto o tratamento azul apresentou a menor media nesse intervalo de tempo passando de 8,12 cm para 11,05 cm. Os tratamentos branco e amarelo não se diferiram estatisticamente do tratamento verde.

Resultados obtidos por Rocha e colaboradores et al. (2022), usando diferentes comprimentos de onda, tiveram efeito significativo no crescimento *in vitro* da *L. dulcis* e demonstraram que o comprimento de luz verde houve maior estiolamento das plântulas no intervalo de 45 dias de cultivo.

**Tabela 1.** Valores médios da altura (cm) de *Lippia dulcis* os 30, 60 e 90 dias.

Tratamentos	Altura (cm)		
	30 dias	60 dias	90 dias
BRANCA	4,57 ± 1,32 a	9,92 ± 1,69 a	11,87 ± 0,25 a
VERDE	6,10 ± 2,27 a	11,87 ± 0,25 a	12,75 ± 0,50 a
AMARELO	6,42 ± 1,49 a	11,62 ± 0,48 a	12,25 ± 0,28 a
AZUL	3,57 ± 0,57 a	8,12 ± 1,55 b	11,05 ± 1,46 b

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste não-paramétrico Kruskal-Wallis (Dunn) ( $p < 0,05$ ). Fonte: Autores (2024).

Os diodos emissores de luz (LEDs), são vistos como uma ótima opção, visto que apresentam características interessantes se comparadas às lâmpadas fluorescentes. Os LEDs apresentam alta eficiência na emissão de luz com baixa emissão de calor, podendo controlar a sua intensidade e composição espectral (STEFFANEL, 2020).

Na Tabela 2, em relação ao número médio de brotos, os resultados não apresentaram diferença estatística significativa na avaliação dos tratamentos na formação de brotações nas plântulas. Na avaliação de 30 dias, todos os tratamentos apresentaram valores médios de brotos semelhantes variando entre 1,75 a 2,25 brotos. Na avaliação de 60 a 90 dias, os tratamentos apresentaram valores médios entre 2,00 a 4,00 brotos.

**Tabela 2.** Valores médios do número de brotos de *Lippia dulcis* os 30, 60 e 90 dias.

Tratamentos	Brotos		
	30 dias	60 dias	90 dias
BRANCA	2,25 ± 0,5 a	2,25 ± 0,5 a	3,0 ± 2,0 a
VERDE	1,75 ± 0,5 a	2,5 ± 1,0 a	4,0 ± 0,816 a
AMARELO	1,75 ± 0,5 a	2,0 ± 0,0 a	3,5 ± 1,29 a
AZUL	2,0 ± 0,0 a	2,0 ± 0,0 a	2,0 ± 0,0 a

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste não-paramétrico Kruskal-Wallis (Dunn) ( $p < 0,05$ ). Fonte: Autores (2024).

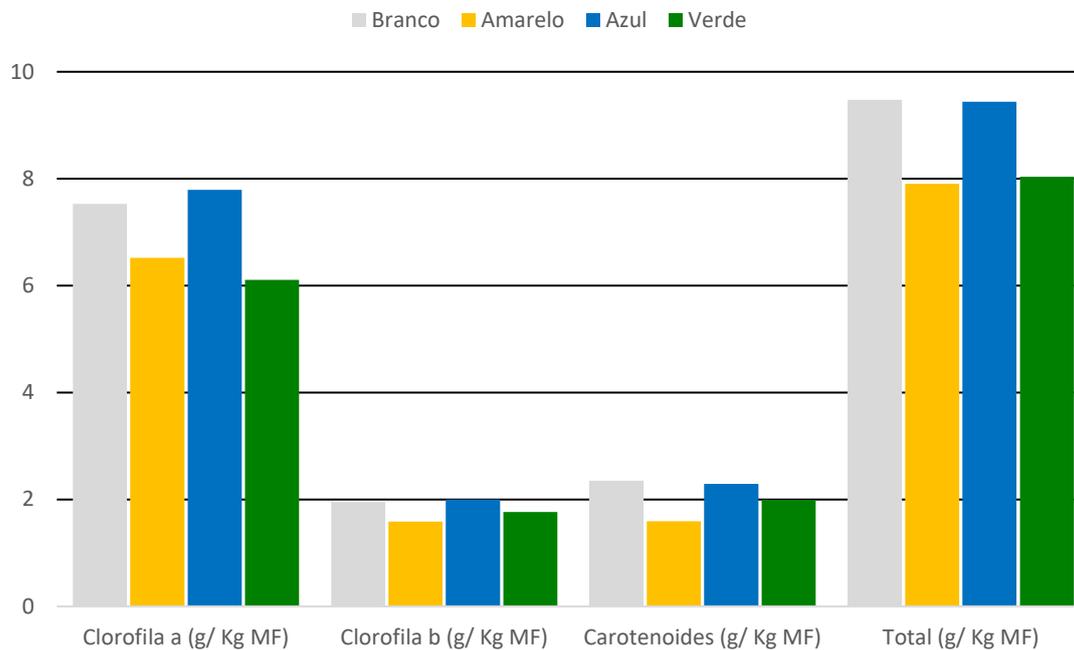
O uso de iluminação LED para a micropropagação rápida e em larga escala de plantas despertou recentemente considerável interesse. Pesquisas anteriores comprovaram o impacto positivo das lâmpadas LED no desenvolvimento *in vitro* de espécies como *Vaccinium corymbosum* (HUNG et al., 2016), *Populus euroamericana* (KWON et al., 2015) e *Saccharum* spp. (FERREIRA et al., 2017)

### 3.2 AVALIAÇÃO DA QUANTIFICAÇÃO DE CLOROFILA E CAROTENOIDES

Clorofila é um pigmento responsável por atuar no processo de fotossíntese das plantas, e pela Figura 1, os resultados de clorofila *a* que apresentaram maiores destaques foram os dos tratamentos branco e azul, com médias respectivas de 7,53 g/Kg MF e 7,79 g/Kg MF. No que tange a clorofila *b*, os tratamentos brancos e azuis tiveram os maiores resultados com médias respectivas de 1,95 g/Kg MF e 2,00 g/Kg MF. No resultado de clorofila total foi possível observar que a média dos tratamentos branco e azul novamente prevalecem com destaque para as médias respectivas de 9,47 g/Kg MF e 9,44 g/Kg MF. Em uma avaliação geral para clorofila *a*, clorofila *b*, carotenoides e clorofila total, os tratamentos branco e azul se mostraram os comprimentos de onda que resultaram em melhor desempenho da espécie *Lippia dulcis*.

Os carotenoides exercem função fotoprotetora nas plantas contra possíveis danos oxidativos, e pela Figura 1 é possível observar que teve diferença estatística entre os tratamentos.

**Figura 1.** Gráfico do quantitativo de clorofila *a*, clorofila *b*, carotenoides e clorofilas totais para a espécie *Lippia dulcis*.



Fonte: Autores (2024).

Uma observação sobre os resultados obtidos é que os tratamentos branco e azul são os mais indicados quando se objetiva maior produção de clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila total e carotenoides para essa espécie.

Um dos fatores que afetam o cultivo *in vitro* é a luminosidade (RIBEIRO et al., 2022). A luz é fonte de energia para as plantas clorofiladas, essencial para a vida vegetal, interferindo nos processos morfológicos, bioquímicos e anatômicos. Aspectos de qualidade da luz ou comprimento de onda estão relacionados à luminosidade (AL MURAD et al., 2021).

#### 4 CONCLUSÃO

Diferentes comprimentos de onda não exercem boa influência tanto no crescimento quanto na multiplicação das brotações da espécie *Lippia dulcis*. Apesar da baixa diferença estatística, a altura das plântulas nos tratamentos branco, verde e amarelo se destacam apresentando maiores médias. Também não ocorreu diferença estatística nas médias das brotações.

Os diferentes comprimentos de ondas também afetam os teores de clorofila *a*, clorofila *b* e carotenoides na espécie avaliada. Para a clorofila total, os tratamentos branco e azul resultam nas maiores concentrações encontradas.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Embrapa Amazônia Oriental e da Universidade Federal do Pará (UFPA)

## REFERÊNCIAS

AL MURAD, M.; RAZI, K.; JEONG, B. R.; SAMY, P. M. A.; MUNEEER, S. Diodos emissores de luz (LEDs) como iluminação agrícola: impacto e seu potencial na melhoria da fisiologia, floração e metabólitos secundários das culturas. *Sustentabilidade*, v. 13, n. 4, 1985, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su13041985>. Acesso em: 20 maio 2025.

ALMEIDA, L. V. S. et al. As plantas medicinais e a micropropagação como ferramenta para sua expansão e utilização. *Textura*, v. 9, n. 16, p. 1-15, 2016.

ARAÚJO, J. L.; LEMOS, J. R. Estudo etnobotânico sobre plantas medicinais na comunidade de Curral Velho, Luís Correia, Piauí, Brasil. *Biotemas*, v. 28, n. 2, p. 125-136, 2015.

AYRES, M. et al. *BioEstat: aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas*. 5. ed. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, 2007. 364 p.

CASTILLO, L. N. et al. Chemical analysis of the essential oils from three populations of *Lippia dulcis* Trevir. grown at different locations in southern Ecuador. *Plants*, v. 13, n. 2, 253, 2024.

COMPADRE, C. M.; ROBBINS, E. F.; KINGHORN, A. D. The intensely sweet herb, *Lippia dulcis* Trev.: historical uses, field inquiries, and constituents. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 15, n. 1, p. 89-106, 1986.

CONTRERAS-PUENTES, N. et al. Volatile compounds from *Phyllanthus scaberrimus* (Juss. ex Pers.) Moldenke and *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants as possible SARS-CoV-2 protease inhibitors: identification and in-silico study. *Journal of Pharmacy and Pharmacognosy Research*, p. 469-485, 2022.

FERREIRA, L. T.; ARAÚJO SILVA, M. M.; ULISSES, C.; CAMARA, T. R.; WILLADINO, L. Utilização de iluminação LED na embriogênese somática e micropropagação de uma variedade elite de cana-de-açúcar e seu efeito no metabolismo redox durante a aclimação. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, v. 128, n. 1, p. 211-221, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11240-016-1101-7>. Acesso em: 20 maio 2025.

GERMANO, C. M. et al. Seasonal variations during two years in the essential oil of *Lippia dulcis* Trevir., an exotic aromatic of the Amazon. *Journal of Essential Oil Research*, v. 34, n. 4, p. 352-360, 2022.

GUEDES, A. S. et al. Análise da micropropagação e crescimento lento de capim-doce (*Lippia dulcis* Trevir.) sob diferentes fontes de irradiâncias de luz led branca. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 25., 2023, Belém. Anais... Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2023.

HUNG, C. D.; HONG, C. H.; KIM, S. K.; LEE, K. H.; PARK, J. Y.; NAM, M. W.; LEE, H. I. Luz LED para crescimento eficiente in vitro e ex vitro de mirtilo highbush economicamente importante (*Vaccinium corymbosum* L.). *Acta Physiologiae Plantarum*, v. 38, n. 6, p. 1-9, 2016.

KWON, A. R.; CUI, H. Y.; LEE, H.; SHIN, H.; KANG, K. S.; PARK, S. Y. A qualidade da luz afeta a regeneração de brotos, a divisão celular e a formação de madeira em clones elite de *Populus euramericana*. *Acta Physiologiae Plantarum*, v. 37, n. 3, p. 65, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11738-015-1812-0>. Acesso em: 20 maio 2025.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In: COLOWICK, S. P.; KAPLAN, N. O. (ed.). *Methods in Enzymology*. San Diego: Academic Press, 1987. v. 148, p. 350-382.

MORAES, R. M.; CERDEIRA, A. L.; LOURENÇO, M. V. Using micropropagation to develop medicinal plants into crops. *Molecules*, v. 26, n. 6, p. 1752, 2021.

MORAIS, T. P. et al. Aplicações da cultura de tecidos em plantas medicinais. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, v. 14, p. 110-121, 2012.

MOURA, P. H. B. et al. Etnobotânica de chás terapêuticos em Rio Urubueua de Fátima, Abaetetuba–Pará, Brasil. *Biotemas*, v. 29, n. 2, p. 77-88, 2016.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, v. 15, n. 3, p. 473-497, 1962.

NICOLOSO, F. T. et al. Micropropagação do ginseng brasileiro (*Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen). *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, v. 3, n. 2, p. 11-18, 2001.

O'LEARY, N.; MÚLGURA, M. E. A taxonomic revision of the genus *Phyla* (Verbenaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden*, v. 98, n. 4, p. 578-596, 2012.

PÉREZ, S. et al. Anti-inflammatory activity of *Lippia dulcis*. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 102, n. 1, p. 1-4, 2005.

RIBEIRO, F. N. S. et al. Fenologia e propagação vegetativa de *Lippia dulcis* Trevir (Verbenaceae). *Research, Society and Development*, v. 11, n. 16, p. e298111638261, 2022.

RIBEIRO, F. N. S. et al. Manure application enhances the biomass production, phytochemical contents, antioxidant, and essential oil of *Lippia dulcis*. *Revista Ciência Agronômica*, v. 55, p. e20238873, 2024.

RIBEIRO, I. S.; RIBEIRO, L. M.; SOARES, J. S.; RAMOS, J. C. M.; SORGATO, J. C. Condição de luz, vedação do frasco e tempo de cultivo na germinação e início in vitro desenvolvimento de *Dendrobium nobile* Lindl. *Horticultura Ornamental*, v. 28, n. 4, p. 407-413, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v28i4.2515>. Acesso em: 20 maio 2025.

ROCHA, T. T. et al. In vitro culture of *Lippia dulcis* (Trev.): light intensity and wavelength effects on growth, antioxidant defense, and volatile compound production. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, v. 58, n. 4, p. 636-652, 2022.

RODRIGUES, A. P.; ANDRADE, L. H. C. Levantamento etnobotânico das plantas medicinais utilizadas pela comunidade de Inhamã, Pernambuco, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, v. 16, p. 721-730, 2014.

SILVA, A. C. B. et al. Efeito da intensidade de luz no desenvolvimento de espécies medicinais e aromáticas em condições in vitro. *Contribuciones a Las Ciencias Sociales*, v. 16, n. 5, p. 2632-2649, 2023.

SILVA, R. L. et al. Viability and genetic stability of pineapple germplasm after 10 years of in vitro conservation. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, v. 127, n. 1, p. 123-133, 2016.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. *Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III*. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2012. p. 674-678.

STEFANEL, C. M. et al. Diodos emissores de luz (LEDs) usados no cultivo in vitro de *Eugenia involucrata*. *Brazilian Journal of Forest Research/Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 40, 2020.

VÁSQUEZ, S. P. F.; MENDONÇA, M. S.; NODA, S. N. Etnobotânica de plantas medicinais em comunidades ribeirinhas do Município de Manacapuru, Amazonas, Brasil. *Acta Amazônica*, v. 44, p. 457-472, 2014.