DESENVOLVIMENTO *IN VITRO* DE *COFFEA* ARARA COM DIFERENTES MEIOS DE CULTURA SOB VEDAÇÃO COM MEMBRANA MICROPOROSA EM LED BRANCO COM ROSA

Autores: Gustavo Fernandes Mariano[1], Ewelin Nunes Martins[1], Lara Aparecida de Sá Morais[1], Mayla Bessa Scotá[1], Warley Costa Silva[1], Milene Miranda Praça Fontes[1], Elias Terra Werner[1]

[1]Universidade Federal do Espirito Santo, Laboratório de Citogenética e Cultura de Tecidos Vegetais, Alto Universitário, S/N, 29500-000 - Alegre - ES, Brasil. gustavo123mariano@hotmail.com, ewelin.martins@edu.ufes.br, lara.morais@edu.ufes.br, mayla.scota@edu.ufes.br, warley.silva@edu.ufes.br, milenemiranda@yahoo.com.br, elias.werner@ufes.br.

Resumo

O cultivo *in vitro* pode apresentar baixa atividade fotoautotrófica em razão da limitada disponibilidade de CO_2 e das condições do ambiente de cultivo. Nesse contexto, sementes de *Coffea* arabica cv. Arara foram cultivadas em meio MS com e sem sacarose, visando comparar condições fotomixotrófica e fotoautotrófica. A utilização de membranas microporosas de politetrafluoretileno foi empregada para favorecer as trocas gasosas entre o ambiente *in vitro* e o externo. O cultivo foi conduzido sob iluminação combinada de LED branco e rosa. Após 81 dias de cultivo em sala de crescimento, foram avaliadas o comprimento da parte aérea e raiz, número de folhas e segmentos nodais. Para as variáveis avaliadas, não foram observadas diferenças estatísticas entre os meios com e sem sacarose. Assim, a ausência de sacarose não promoveu alterações significativas nas características morfológicas avaliadas durante o cultivo. Os resultados indicam que sementes *Coffea* arabica cultivar Arara podem ser micropropagadas *in vitro* sem adição de sacarose na composição do meio de cultura.

Palavras-chave: Coffea. Fotoautotrofia. Fotomixotrofia. Sacarose. Micropropagação.

Área do Conhecimento: Ciências Biológicas.

Introdução

Plantas propagadas *in vitro* frequentemente apresentam brotos subdesenvolvidos com menor quantidade de cera epicuticular e cuticular, tecidos com baixa resistência mecânica, maior teor de água, estômatos não funcionais, folhas pequenas e finas com menor número de tricomas e baixa atividade fotoautotrófica (Iarema *et al*., 2012). Esses fatores estão diretamente relacionados às condições do ambiente *in vitro*, onde a alta concentração de sacarose, intensidade e qualidade luminosa, além da umidade e a baixa concentração de CO_2 devido limitação nas trocas gasosas dentro dos frascos, influenciam significativamente as características anatômicas, fisiológicas e morfológicas das plantas, levando a grandes perdas durante o processo de aclimatização (Baptista, 2024).

Nos métodos convencionais de cultivo *in vitro* de partes fotossintetizantes, denominado fotomixotrófico, as plantas dependem de fontes exógenas de carboidratos, para suprir seu crescimento e desenvolvimento, pois a concentração de CO_2 nos recipientes é baixa, restringindo a fotossíntese (Da Silva *et al*., 2024).

O cultivo *in vitro* fotoautotrófico surge como uma estratégia bastante promissora para a cultura de tecidos vegetais, e que tem despertado o interesse de muitos grupos de pesquisa, pois permite a retirada de carboidratos do meio de cultura e permite trocas gasosas entre o ambiente externo e o microambiente *in vitro*, a partir de membranas permeáveis a gás de politetrafluoretileno, sendo desejável sua aplicação para o maior número de espécies possíveis (De Souza, 2024).

Além de estimular a atividade fotoautotrófica, a remoção de carboidratos no meio de cultura, reduz o rápido crescimento de microrganismos, diminui os custos associados ao cultivo, proporciona melhor desenvolvimento do aparelho fotossintético, tornando-o mais eficiente, aumentando a taxa de sobrevivência das plantas durante a aclimatização *ex vitro* (Souza *et al*., 2023).

A intensidade e a qualidade luminosa influenciam a forma como a luz é absorvida pela clorofila, sendo um dos fatores cruciais para a micropropagação *in vitro*, além de participar ativamente do processo de crescimento e desenvolvimento de mecanismos fotossintéticos e fotoprotetores, importantes para manutenção das células vegetais, pois, controla quase todos os processos fisiológicos e bioquímicos das plantas (Rangel, 2024).

O uso de LEDs tem sido considerado uma alternativa para melhorar a qualidade do cultivo *in vitro*. De acordo com Dos Santos, (2024), a utilização de iluminação LED em condições internas em vez de fontes de luz convencionais como lâmpadas fluorescentes, aumenta as chances de melhorar o desempenho das mudas após cultivo *in vitro*, durante a fase de aclimatização. Este sistema de iluminação (LEDs) possui características desejáveis, como capacidade de controle da composição espectral, longa durabilidade, especificidade de comprimento de onda e baixas emissões térmicas (Araújo *et al*., 2021).

Estudos relacionados a qualidade luminosa na micropropagação *in vitro* permite a compreensão dos efeitos específicos no desenvolvimento vegetal (Piatykh *et al*.,2021). Os fitocromos são pigmentos receptores de fótons que absorvem radiação nos comprimentos de onda mais longos do espectro eletromagnético. Na cor vermelho (700 nm), espectro responsável por processos de desenvolvimento e metabolismo celular, atuando na germinação, crescimento, desenvolvimento reprodutivo. Já os criptocromos e as fototropinas, são pigmentos que absorvem radiação nos comprimentos de onda mais curtos do espectro eletromagnético, na cor azul (400 nm), responsáveis pelo fototropismo, movimentos estomáticos, alongamento do caule e biossíntese de pigmentos (Cioć *et al*., 2018).

Desta forma, a utilização de LED rosa, podendo ser a junção da cor azul e vermelho, é de suma importância para o desenvolvimento fisiológico das plantas, sendo o LED rosa, mais utilizada por empresas conhecidas como fazendas verticais. Trabalhos como o de Bello et al. (2016), demonstraram um aumento no número de brotos por explante de *Vanilla planifolia Andrews* sob a luz LED branco e LED rosa. A pesquisa de Souza et al. (2020) obteve com a luz de LED rosa os melhores resultados na fase de micropropagação de *Eucalyptus grandis* × *Eucalyptus urophylla*.

Uma das principais comodities agrícolas do estado do Espirito Santo e do Brasil, sendo o principal exportador da América do Sul e com grande apelo ao melhoramento genético é o café. Dentre as cultivares de *Coffea* arabica, a cultivar Arara, originária do cruzamento natural entre café Obatã e Catuaí amarelo, vem ganhando destaque, por apresentar alta resistência à ferrugem, produtividade significativamente superior à de cultivares tradicionais e tem se destacado por produzir bebida de excelente qualidade (Carvalho, 2022).

Neste contexto, o presente projeto busca comparar o cultivo fotomixotrófico, meio de cultura suplementado com sacarose, com o cultivo fotoautotrófico, meio de cultura sem sacarose, os dois sistemas, utilizando vedação de tampa com 1 membranas de politetrafluoretileno, permitindo troca gasosa entre o microambiente *in vitro* e o ambiente externo *ex vitro*, em condições de intensidade luminosa, LED branco e rosa, para avaliar a melhor condição na germinação e desenvolvimento do café a partir de análises morfológicas.

Metodologia

Sementes de *Coffea* arabica cv. Arara foram coletadas em uma lavoura de café no município de Iúna – ES. Os experimentos relacionados à cultura de tecidos vegetais foram conduzidos no laboratório de Citogenética e Cultura de Tecidos Vegetais presente no prédio Núcleo de Estudos de Bioenergia (NEBES) da Universidade Federal do Espírito Santo campus Alegre (20°45'39.9"S 41°32'11.1"W).

Para testar o cultivo fotomixotrófico e fotoautotrófico no café, diferentes condições *in vitro* foram empregadas, a partir de um delineamento experimental em DIC num esquema fatorial triplo 2 x 1 x 1 (meio x vedação x luz), com seis repetições por tratamento, sendo a repetição constituída por um frasco e duas semente/planta.

Para o fator meio, as sementes foram inoculadas em meio de cultura contendo 4,4 g L-1 de MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962) acrescido de 7,5 g L-1 de ágar e 30 g L-1 de sacarose, ou o meio MS acrescido de 7,5 g L-1 de ágar, contudo sem adição de sacarose. Ambos os meios tiveram o pH ajustado para 5,7 ± 0,1. Potes de vidro (600 ml; 12 cm de altura e 5 cm de diâmetro interno) contendo 100 ml de meio foram utilizados e autoclavados a 121ºC a 1,1 atm por 20 min.

Para o fator vedação, foram utilizados, tampa de plástico fosca com 1 membrana microporosa de politetrafluoretileno.

O experimento foi conduzido para sala de crescimento a luz LED branca (duas lâmpadas Leds Tubulares de 60 cm Branco Frio, 10W, LEDTUBE Glass®, fornecendo 25 µmol m-2 s-1) combinado com LED rosa (duas fitas de LED Full Spectrum, Grow Light, 665 e 450 nm, fornecendo 25 µmol m-2 s-1) (fornecendo 50 µmol m-2 s-1). Os frascos foram incubados a temperatura de 25±2 ºC em sala de crescimento sob fotoperíodo de 16/8 h (luz/escuro).

Foram avaliados a porcentagem de germinação, comprimento de parte aérea, comprimento de raiz, número de folhas e número de segmentos nodais no tempo 0 à 81 dias.

Resultados

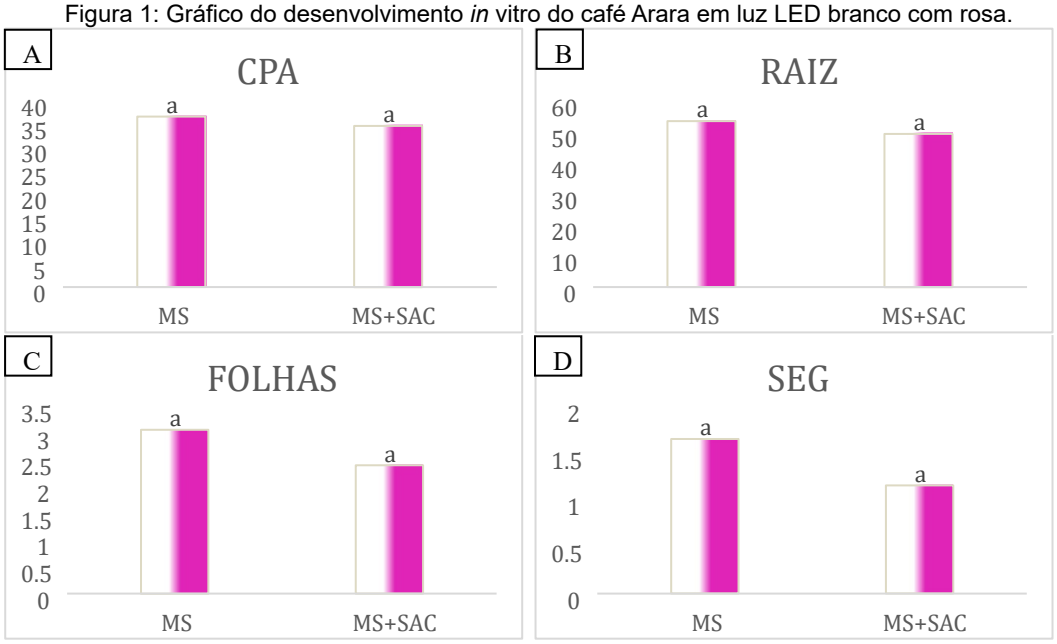
Após 81 dias de cultivo *in vitro*, os resultados de comprimento de parte aérea (CPA) apresentados na figura 1(A) e figura 2, mostraram que o crescimento e desenvolvimento *in vitro* do explante de *Coffea* Arara, cultivado em meio de cultura com e sem sacarose, vedação de tampa fosca com uma membrana microporosa de politetrafluoretileno, não se diferenciaram entre si estatisticamente, apresentando uma média de 34,64 mm para o meio de cultura suplementado com sacarose, figura 2(A) e uma média de 36,6 mm para meio de cultura sem adição de sacarose figura 2(B).

O mesmo foi observado para a variável comprimento da raiz, figura 1(B), o explante apresentou uma média de 49,38 mm em meio de cultura suplementado com sacarose e uma média de 53,45 mm para meio de cultura sem adição de sacarose, não sendo diferente estatisticamente pelo teste de ShapiroWilk.

Para a variável número de folhas, figura 1(C), o meio de cultura suplementado com sacarose apresentou uma média de 2,41 e o meio de cultura sem adição de sacarose apresentou uma média de 3,08. Novamente, sem diferença estatística.

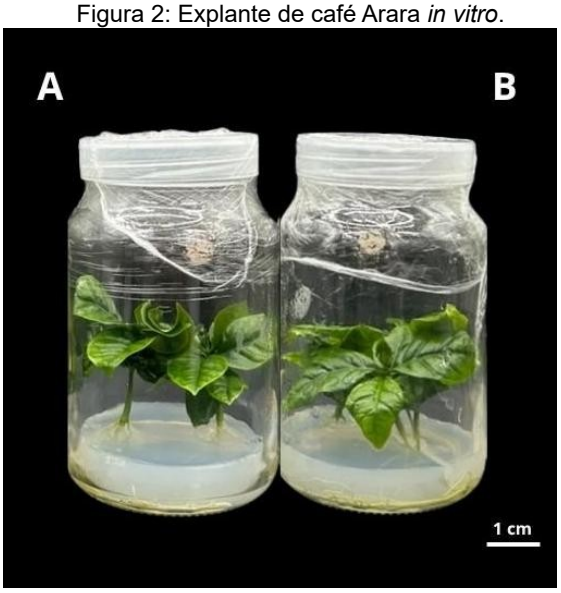
A avaliação do número de segmentos, figura 1 (D), no explante também não apresentou diferença estatística, as médias encontradas para o meio de cultura suplementado com sacarose, foi de 1,16 e para as sementes inoculadas em meio de cultura sem adição de sacarose foi de 1,66.

Figura 1: Gráfico do desenvolvimento *in* vitro do café Arara em luz LED branco com rosa.



Legenda: A - Comprimento de parte aérea (mm), B - Comprimento de raiz (mm), C - Número de folhas, D - Número de segmentos. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Shapiro-Wilk (P<0,05). Fonte: Próprio autor (2026).

Figura 2: Explante de café Arara *in vitro*.



Legenda: Explante de *Coffea* Arara cultivado em meio de cultura suplementado com sacarose (A) e explante de *Coffea* Arara cultivado em meio de cultura sem adição de sacarose (B). Fonte: Próprio autor (2026).

Discussão

O desenvolvimento inicial das plantas é caracterizado por uma fase predominantemente heterotrófica, na qual o crescimento do embrião e da plântula é sustentado pela mobilização das reservas acumuladas durante a formação da semente. Essas reservas constituem uma importante fonte de carbono, energia e nutrientes para o embrião, sendo compostas principalmente por carboidratos, lipídios e proteínas, necessárias para respiração e síntese de novos componentes celulares, promovendo crescimento dos tecidos essenciais para desenvolvimento *in vitro* do explante (Silvério *et al*., 2025).

Entre os compostos de reserva, os carboidratos, particularmente o amido, podem ser hidrolisados por enzimas amilolíticas, resultando na formação de açúcares solúveis que são utilizados como substratos respiratórios ou como fontes de carbono para a síntese de novos compostos. Em sementes oleaginosas, como as do café, os lipídios de reserva, principalmente os triglicerídeos, são hidrolisados e seus ácidos graxos submetidos à β-oxidação, possibilitando a conversão do carbono armazenado na forma de lipídios, em açúcares, fornecendo nitrogênio e carbono (Avila *et al*., 2020).

Durante a fase de desenvolvimento da parte aérea, os cotilédones são os primeiros a surgir, atuando como estruturas de armazenamento e dando início a capacidade fotossintética da planta, estabelecendo gradualmente uma fonte endógena de carbono, dando início assim, a fase fotoautotrófica do explante (Rehmani *et al*., 2023).

A aquisição da capacidade fotossintética é uma etapa determinante para o estabelecimento da plântula *in vitro*, uma vez que reduz sua dependência, das reservas armazenadas na semente. A assimilação de CO_2 passa a contribuir de forma crescente para o suprimento de carbono. Alves J.P (2023) cita em seu trabalho de micropropagação comercial de *Ananas comosus*, cultivar Turiaçu, um aumento considerável de pigmentos fotossintéticos em propágulos cultivados no sistema de micropropagação fotoautotrófica com baixo teor de sacarose, na composição do meio de cultura, o que proporcionou um sistema homogêneo de mudas aclimatizadas de boa qualidade morfofisiológicas.

Para que a fotoautotrofia aconteça, devemos permitir a troca gasosa entre o microambiente *in vitro* e o ambiente *ex vitro*, a partir do uso de membranas microporosas de politetrafluoretileno presentes na vedação dos frascos, agindo como barreiras físicas contra agentes contaminantes e permitindo a difusão controlada dos gases, a entrada de oxigênio (O_2) e a saída de dióxido de carbono (CO_2). A aplicação de membranas microporosas é uma forma eficaz de controlar também a umidade relativa dos

frascos e o acumulo de gás etileno, que em grandes quantidades, causa senescência antecipada das folhas (Carrari *et al*., 2024).

O experimento de, de Oliveira *et al*. (2021) teve como objetivo cultivar plântulas de *Mentha arvensis* L. e *M. viridis* L. em um sistema fotoautotrófico com membranas microporosas na vedação dos frascos, meio de cultura suplementado com concentrações diferentes de sacarose, e como resultado, observaram maior taxa de massa seca, maior nível de pigmentos fotossintéticos (clorofila a , b e carotenoides) e teor de compostos fenólicos com o aumento nas trocas gasosas dos propágulos e diminuição na concentração de sacarose, o que proporcionou maior taxa de sobrevivência na etapa de aclimatização.

Os resultados encontrados neste trabalho com a espécie *Coffea* Arara, corroboram com os resultados encontrados na literatura cientifica, a remoção total ou parcial da sacarose na composição do meio de cultura, faz com que a técnica fique mais barata e diminua as chances de contaminação, visto que, os agentes contaminantes competem por fonte de carbono com o explante *in vitro*.

Outro fator importante na micropropagação de plantas é a utilização de luzes do tipo LED em culturas *in vitro*. O espectro luminoso da luz branca é a composição de todas as cores visíveis, abrangendo comprimentos de onda de aproximadamente 380 nm a 750 nm, os efeitos da luz sobre os aspectos morfofisiológicos das plantas cultivadas *in vitro* dependem da densidade de fluxo de fótons fotossintéticos. A utilização de LED rosa, podendo ser a junção da cor azul e vermelho, é de suma importância para o desenvolvimento fisiológico das plantas, sendo a luz mais utilizada por empresas conhecidas como fazendas verticais (Gatti *et al*., 2025).

No estudo conduzido por Gris *et al*. (2021), utilizando *Capsicum frutescens*, observou-se que, após 42 dias de cultivo, plantas submetidas à combinação de LEDs vermelho e azul apresentaram maior comprimento de raiz, maior número de folhas e maior comprimento da parte aérea, quando comparadas com plantas cultivadas sob LED branco, lâmpadas fluorescentes e LED azul isolado (Lima *et al*. 2023).

As respostas fisiológicas para crescimento e desenvolvimento de plantas *in vitro* com ou sem adição de sacarose no meio de cultura, frascos com ou sem membranas microporosas e a qualidade/intensidade luminosa, varia para cada espécie. Para o café arabica cultivar Arara, testado neste experimento, não foi observado uma diferença estatística entre meio de cultura sem adição de sacarose e o meio de cultura com suplementação de sacarose na composição.

Conclusão

A composição do meio de cultura, com ou sem sacarose, para espécie *Coffea* arabica cv. Arara, não demonstrou diferença estatística, ou seja, visando uma micropropagação *in vitro* de mudas de café, a ausência de sacarose não compromete o crescimento e desenvolvimento do explante, desde que utilize tampas com membrana microporosa de politetrafluoretileno que permita a troca gasosa entre o microambiente *in vitro* e o ambiente *ex vitro*, aumentando as chances de um bom aparato fotossintético, suprindo as necessidades nutricionais do explante. A remoção da sacarose na composição do meio de cultura ajuda tanto na questão financeira, diminuindo os custos para uma micropropagação vegetal em larga escala, quanto também, na diminuição da taxa de contaminação por vírus e bactéria, que competem por fonte de carbono junto ao explante *in vitro*.

Referências

ALVES JP, Pinheiro MVM, Corrêa TR, Alves GL, Marinho TRS, Batista DS, Figueiredo FAMMA, Reis FO, Ferraz TM, Campostrini E (2023) Morphophysiology of Ananas comosus during in vitro photomixotrophic growth and ex vitro acclimatization. **In Vitro Cell Dev Biol - Plant** 59:106–120. https://doi.org/10.1007/s11627-022-10321-5.

ARAÚJO, D. X. et al. Photon flux density and wavelength influence on growth, photosynthetic pigments and volatile organic compound accumulation in Aeollanthus suaveolens (Catinga-de-mulata) under in vitro conditions. **Industrial Crops and Products**, v. 168, n. 113597, p. 113597, 15 set. 2021. 10.1016/j.indcrop.2021.113597.

AVILA, Rodrigo T. et al. Elevated air [CO2] improves photosynthetic performance and alters biomass accumulation and partitioning in drought-stressed coffee plants. **Environmental and Experimental Botany**, v. 177, p. 104137, 2020. https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2020.104137.

BAPTISTA, Edypol Guilherme. Estratégias in vitro para produção de mudas de abacateiro tolerantes a Phytophthora cinnamomi Rands. **Tese de Doutorado em Ciências**. Universidade de São Paulo - USP. 2024. 145p.

BELLO-BELLO, J. J.; MARTÍNEZ-ESTRADA, E.; CAAMAL-VELÁZQUEZ, J. H.; MORALES-RAMOS, V. Effect of LED light quality on in vitro shoot proliferation and growth of vanilla (*Vanilla planifolia Andrews*). **African Journal of Biotechnology**, v. 15, n. 8, p. 272-277, 2016. DOI:10.5897/AJB2015.14662.

CARVALHO, Carlos Henrique Siqueira de et al. **Catálogo de cultivares de café arábica**. 2022. http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1145722.

CARRARI-Santos, R., Vettorazzi, RG, Oliveira, TdR et al. Aprimoramento do crescimento e desenvolvimento in vitro de brotos de Dalbergia nigra utilizando membranas microporosas: impactos nas trocas gasosas, perfil proteico, etileno e níveis de poliaminas. **Plant Cell Tiss Organ Cult** 158, 34 (2024). https://doi.org/10.1007/s11240-024-02828-z.

CIOĆ, M.; SZEWCZYK, A., ŻUPNIK, M.; KALISZ, A.; PAWŁOWSKA, B. LED lighting affects plant growth, morphogenesis, and phytochemical contents of Myrtus communis L. in vitro. **Plant Cell Tissue and Organ Culture**, v. 132, n. 3, p. 433 447, 2018. https://doi.org/10.1007/s11240-017-1340-2.

DA SILVA, Maria de Fátima Pires et al. Produção de Compostos de Interesse Biotecnológico a Partir de Culturas Vegetais *in situ* e *in vitro*. **Tópicos Especiais em Biotecnologia Ambiental**: 10 Anos do PBA, p. 84, 2024.

DE OLIVEIRA, T., Balduino, M.C.M., de Carvalho, A.A. *et al.* O efeito dos sistemas alternativos de membranas, sacarose e métodos de cultivo sob fluxo fotossintético de fótons sobre o crescimento e compostos voláteis da hortelã *in vitro*. **In Vitro Cell.Dev.Biol.-Plant 57**, 529–540 (2021). https://doi.org/10.1007/s11627-020-10147-z.

DE SOUZA, Marcus Dhilermando Hora. Trocas Gasosas e Qualidade de Luz na Micropropagação de Clones de Corymbia Torelliana X C. Citriodora. **Mestre em Ciências Florestais**. Universidade Federal de Viçosa - UFV. 2024. 79p.

DOS SANTOS, Gustavo Goes. Iluminação artificial e ácidos fúlvicos na produtividade de Cyperus articulatus L. **Tese de Doutorado em Fitotecnia**. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz - USP. 2024. 46p.

IAREMA, L. et al. Photoautotrophic propagation of Brazilian ginseng [*Pfaffia glomerata (Spreng.)* Pedersen]. Plant Cell Tissue and Organ Culture, v. 110, n. 2, p. 227–238, 22 mar. 2012. https://doi.org/10.1007/s11240-0120145-6.

GATTI, Kellen Cristina et al. Luz e sacarose na micropropagação de clones de *Eucalyptus benthamii* e *Eucalyptus dunnii*. **Árvore Magazine**, v. 49, p. e4925, 2025. https://doi.org/10.53661/1806-9088202549263884.

GRIS, Tainara et al. Light quality and sealing type affect in vitro growth and development of Capsicum frutescens cultivars. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 93, n. 3, p. e20190061 (2021). https://doi.org/10.1590/0001-3765202120190061.

LIMA, Renata Priore Lima Priore; GUNDIM, Lady Laura Soares. FAZENDA VERTICAL COMO MODELO SUSTENTÁVEL DE AGRICULTURA URBANA. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 12, n. 1, p. e18784-e18784, 2023. https://doi.org/10.59306/rgsa.v12e12023e18784.

MURASHIGE, Toshio. Plant propagation through tissue cultures. **Annual review of plant physiology**, v. 25, n. 1, p. 135-166, 1974. https://doi.org/10.1146/annurev.pp.25.060174.001031.

PIATYKH, Andrei M. et al. Features of the Organisation of Rooting Cuttings of Decorative Woody Plants Under Artificial Lighting with Led Equipment. **International Journal of Agricultural Extension**, v. 9, n. 4, p. 149 158, 2021. DOI:10.33687/ijae.009.00.3730.

RANGEL JUNIOR, Fábio Santos. Germinação in vitro de embriões de Allagoptera leucocalyx (Drude) Kuntze, uma palmeira em perigo de extinção, sob diferentes espectros de luz. **Mestre em Recursos Florestais**. Universidade de São Paulo - USP. 2024. 34p.

REHMANI, Muhammad Saad et al. Estabelecimento de plântulas: a característica negligenciada no campo da longevidade de sementes. **Fisiologia e Bioquímica Vegetal**, v. 200, p. 107765, 2023. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2023.107765.

SILVÉRIO, Letícia Mendes Pinheiro. Acúmulo e partição de biomassa, nutrientes e carboidratos em cafeeiro arábica com e sem carga de frutos. 2025. **Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo**.

SOUZA, D. M. S. C.; FERNANDES, S. B.; AVELAR, M. L. M.; FRADE, S. R. P.; MOLINARI, L. V.; GONÇALVES, D. S.; PINTO, J. E. B. P.; BRONDANI, G. E. Light quality in micropropagation of Eucalyptus grandis × Eucalyptus urophylla. **Scientia Forestalis**, v. 48, n. 127, e3329, 2020. http://dx.doi.org/10.18671/SCIFOR.V48N127.03.

SOUZA, L. M. DE et al. Cultivo Fotoautotrófico e Fotomixotrófico de Plantas In Vitro: Uma Revisão Sistemática Sobre o Uso da Técnica e suas Implicações na Produção de Mudas de Espécies Arbóreas. **Multidisciplinary Sciences Reports**, v. 3, n. 3, p. 1–20, 1 ago. 2023.https://doi.org/10.54038/ms.v3i3.42.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Universidade Federal do Espírito Santo, campus Alegre – ES, junto ao programa de Pós Graduação em Biologia Vegetal, com financiamento da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoas de Nível Superior (CAPES) e FAPES.