







## Nota Técnica

# Efeito da qualidade de luz na multiplicação e enraizamento *in vitro* de *Cedrela odorata* L.

Effect of light quality in vitro multiplication and rooting of *Cedrela odorata* L.

Cezário Ferreira dos Santos Junior<sup>I</sup>   
Tássio Dresch Rech<sup>II</sup>   
Murilo Dalla Costa<sup>II</sup>   
Marcio Carlos Navroski<sup>III</sup>   
Pedro Boff<sup>I</sup>   
Mari Inês Carissimi Boff<sup>I</sup> 

<sup>I</sup>Universidade Federal do Pará, Cametá, PA, Brasil

<sup>II</sup>Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Lages, SC, Brasil

<sup>III</sup>Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, Brasil

## RESUMO

A fonte de iluminação pode regular a morfogênese da cultura *in vitro*. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de quatro diferentes fontes de luz do tipo LEDs: branco, vermelho, azul e rosa (50% azul e 50% de vermelho) sob as fases de multiplicação e enraizamento de culturas *in vitro* de *Cedrela odorata*. Na fase de multiplicação, usou-se o meio de cultura MS adicionado a 8,8  $\mu\text{M}$  de 6-benzilaminopurina (BAP) e 0,28  $\mu\text{M}$  de ácido giberélico (GA3) sob efeito dos tipos de luz. Para o enraizamento, foi avaliada a interação dos tipos de luz sob duas concentrações de ácido indolbutírico AIB (4,9 e 9,8  $\mu\text{M}$ ). Na multiplicação, sob a luz LED branco obteve-se 3,9 brotações por explante, com maior comprimento dos brotos (2,1 mm) e ausência de oxidação. Da mesma forma, no enraizamento, as culturas sob luz LED branco foram superiores no número de raízes formadas e menor valor de oxidação. Verificou-se que a luz LED branco otimizou a fase de multiplicação e enraizamento na micropropagação dessa espécie florestal segundo este estudo.

**Palavras-chave:** Propagação vegetativa; Micropropagação; LEDs

## ABSTRACT

---

The light source can regulate the morphogenesis of the *in vitro* culture. The objective of this work was to evaluate the effect of four different LED light: white, red, blue and pink (50% blue and 50% red) under the stages of multiplication and rooting of *in vitro* cultures of *Cedrela odorata*. In the multiplication phase, the MS culture medium was added to 8.8  $\mu\text{M}$  of 6-benzylaminopurine (BAP) and 0.28  $\mu\text{M}$  of gibberellic acid (GA3) under the effect of the types of light. Rooting was evaluated the interaction of light types under two concentrations of indolebutyric acid IBA (4.9 and 9.8  $\mu\text{M}$ ). In multiplication, under white LED light, 3.9 sprouts per explant were obtained, with longer sprouts (2.1 mm) and no oxidation. Similarly, at rooting, cultures under white LED light were higher in the number of roots formed and lower oxidation. It was found that white LED light optimized the multiplication and rooting phase in the micropropagation of this forest species according to this study.

**Keywords:** Vegetative propagation; Micropropagation; LEDs

## 1 INTRODUÇÃO

A micropropagação utilizando explantes de brotações de árvores adultas é uma estratégia que possibilita o resgate vegetativo e a conservação *in vitro* de espécies florestais ameaçadas de extinção (FERRARI; GROSSI; WENDLING, 2004; PEÑA-RAMÍREZ *et al.*, 2010; BRASIL, 2014). Essa técnica de cultura de tecidos é adequada também para propagação de espécies arbóreas com dificuldade de multiplicação via material lenhoso e de baixa capacidade de enraizamento (NUNES *et al.*, 2002; AMARAL, 2006; GARCÍA-GONZÁLES *et al.*, 2011). Uma das vantagens da micropropagação, em relação à propagação seminal, é de que nesse último caso há dependência das épocas de dispersão de sementes e a baixa oferta de genótipos genitores, bem como no aumento da variabilidade genética (LESHER-GORDILLO *et al.*, 2018).

Através da micropropagação, a capacidade de rejuvenescimento de culturas permite expressar melhor a capacidade de formação de raízes adventícias durante a fase de enraizamento *in vitro* (STUEPP *et al.*, 2018; ZHANG; SUN; LI, 2020). Os propágulos vegetativos na micropropagação podem ser mantidos *in vitro* em meio de cultura sob diferentes reguladores sintéticos de crescimento (6-benzilaminopurina, ácido indolbutírico e ácido giberélico) (SALLES *et al.*, 2017). Murashige (1974) dividiu a micropropagação em três estágios: I- estabelecimento de culturas assépticas

(etapa crítica devido à contaminação); II- multiplicação do propágulo e III- preparo para estabelecimento das plantas no solo. Posteriormente, Debergh e Maene (1981) sugeriram a inclusão de um estágio inicial de preparo de plantas matrizes, e a divisão da micropropagação em cinco estágios: 0- preparo de plantas matrizes; 1- início da cultura; 2- multiplicação; 3- alongamento, indução e desenvolvimento de raízes e 4- transferência para condições de casa de vegetação.

No cultivo *in vitro*, as condições de climatização do ambiente (como controle da umidade, temperatura e luz) são condições que regulam características morfogênicas dos vegetais (AZMI; AHMAD; IBRAHIM, 2016). A fonte de luz pode atuar sobre o meio de cultura, tendo em vista que muitas substâncias são fotossensíveis a diferentes espectros de luz, interferindo sobre as trocas hormonais entre planta e meio de cultura durante as fases *in vitro* (CIOĆ *et al.*, 2018; SOUZA *et al.*, 2018), sendo também componente no processo fotossintético e formação de compostos químicos em plantas (SAYED *et al.*, 2020). Contudo, o uso de fontes de luz inadequadas pode ocasionar danos fisiológicos, como oxidação de explantes, dificultando o desenvolvimento vegetal e provocando a morte da cultura *in vitro* (BASSAN *et al.*, 2006).

Os laboratórios mais antigos utilizavam lâmpadas fluorescentes que apresentavam danos elétricos e aquecimento. Atualmente, estão sendo utilizadas lâmpadas de diodos emissores de luz (LED) devido ao baixo custo de manutenção, eficiência de consumo elétrico por gerarem baixa produção de calor e possuírem maior durabilidade (AZMI; AHMAD; IBRAHIM, 2016; PINHEIRO *et al.*, 2019). As fontes de luz, de acordo com a qualidade espectral, fluxo de fótons e o fotoperíodo, regulam o crescimento de vegetais e os efeitos fisiológicos nas plantas (HUNG *et al.*, 2015; CIOĆ *et al.*, 2018). Estudos relacionados à qualidade luminosa na micropropagação permitem a compreensão dos efeitos específicos a determinadas espécies. Bello-Bello *et al.* (2016) demonstraram um aumento no número de brotos por explante de *Vanilla planifolia* Andrews sob a luz fluorescente, LED branco e LED rosa. A pesquisa de Souza *et al.* (2018) obteve com a luz de LED rosa os melhores resultados na fase de introdução *in vitro* de clones híbridos de *Corymbia torelliana* x *C. citriodora* e *Corymbia citriodora* x *C. torelliana*.

Os reguladores de crescimento utilizados podem ser do grupo das citocininas, como o 6-benzilaminopurina (BAP), que possui ação de crescimento e alongamento celular, atuando como estimulador na formação de brotos *in vitro* (ALMEIDA *et al.*, 2020). Já as auxinas agem no crescimento diferencial (fototropismo), expansão celular e alongamento celular, como o ácido indolbutírico (AIB), e atuam no enraizamento da cultura (RODRÍGUEZ *et al.*, 2003). O ácido giberélico (GA3) promove o crescimento de diversos órgãos vegetais, especialmente nos entrenós, promovendo alongamento de brotos *in vitro* (MANTOVANI; FRANCO; VESTENA, 2001).

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da fonte de diferentes luzes do tipo LEDs nas fases de multiplicação e de enraizamento *in vitro* de *Cedrela odorata* exposta aos diferentes reguladores de crescimento.

## 2 MATERIAL E MÉTODO

### 2.1 Origem do material e multiplicação *in vitro*

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Melhoramento e Biotecnologia, Departamento de Engenharia Florestal, localizado no Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages, Santa Catarina, Brasil. Brotos de *Cedrela odorata* regenerados *in vitro* foram subcultivados e forneceram material para o experimento de multiplicação *in vitro*. Na multiplicação utilizou-se brotos ( $\pm 0,5$  cm), mantidos em frascos de vidro de 350 mL, fechados com tampa de plástico com filtro, contendo 30 mL de meio de cultura MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962) acrescido de  $8,8 \mu\text{M}$  de BAP e  $0,28 \mu\text{M}$  de GA3. O meio de cultura foi suplementado com  $30 \text{ g.L}^{-1}$  de sacarose e geleificados com  $8 \text{ g.L}^{-1}$  de ágar, sendo o pH ajustado para  $5,8 \pm 0,1$  antes da autoclavagem a  $121^\circ\text{C}$  por 15 min. As concentrações dos reguladores sintéticos de crescimento usados na fase de multiplicação foram definidas com base em estudo anterior (SANTOS JUNIOR *et al.*, 2021).

As culturas *C. odorata* foram mantidas iluminadas em quatro diferentes fontes de luz: (I) branco - 100% de luz LED branco (420 nm); (II) vermelho - 100% luz de LED vermelho (660 nm); (III) azul - 100% de LED azul (460 nm); e (IV) rosa - 50% luz LED vermelho (660 nm) e 50% LED azul (460 nm). Os tratamentos para a luz foram mantidos na mesma sala de crescimento e isolados para um não interferir no outro. As culturas foram mantidas sob fotoperíodo de 16 h, sendo a fonte luminosa mantida a uma distância de 40 cm acima das bancadas e temperatura ambiente de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ .

Após cinco semanas, avaliou-se a taxa de multiplicação (percentual de brotações que formaram novos brotos), número de brotos por explante, comprimento dos brotos (mm) e taxa de oxidação (%). As medidas foram realizadas com auxílio de paquímetro digital. O experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado, contendo 10 repetições por tratamento, com um frasco por parcela, cada frasco contendo quatro explantes. O tempo de permanência na sala de crescimento foi baseado em estudos (VALVERDE-CERDAS *et al.*, 2008; GARCÍA-GONZÁLES *et al.*, 2011; SANTOS JUNIOR *et al.*, 2021).

## 2.2 Enraizamento *in vitro* e aclimatização

Brotações viáveis de *C. odorata*, com aproximadamente 1 cm de comprimento, provenientes de subcultivos da multiplicação, foram usadas no enraizamento *in vitro*, mantidos em frascos de vidro de 350 mL sob os mesmos tratamentos de fontes de luz, condições de temperatura e de fotoperíodo do experimento de multiplicação. Utilizou-se o meio de cultura MS suplementado com ácido indolbutírico (AIB) nas concentrações de  $4,9 \mu\text{M}$  e  $9,8 \mu\text{M}$ , adicionando-se ainda  $30 \text{ g.L}^{-1}$  de sacarose,  $8 \text{ g.L}^{-1}$  de ágar e ajustado o pH para  $5,8 \pm 0,1$  antes da autoclavagem a  $121^\circ\text{C}$  por 15 min. Após cinco semanas, avaliou-se a taxa de enraizamento (percentual de brotações que formaram raízes), o número de raízes, o comprimento de raízes (mm) e a taxa de oxidação (%). O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial  $2 \times 4$  (duas doses de AIB e quatro tipos de luz), com 5 repetições por tratamento, com um frasco por parcela, cada frasco contendo quatro explantes.

Na fase de aclimatização, 50 plantas de *C. odorata* enraizadas *in vitro* foram transferidas para bandeja alveolada de polipropileno expandido, contendo substrato comercial Organo Plus®, areia e casca de arroz carbonizada (1:1:1, v/v/v). Cada bandeja foi mantida dentro de caixa plástica de polietileno de 25 L e coberta com filme plástico transparente para formação de uma câmara úmida, recebendo uma irrigação de 250 mL de água a cada 3 dias com o auxílio de um borrifador manual. As bandejas foram mantidas em sala de crescimento com temperatura de  $25 \pm 3$  °C, umidade relativa do ar de 80% e 16h de fotoperíodo. Após 30 dias, avaliou-se o percentual de sobrevivência (%).

### 2.3 Análise Estatística

Os dados foram analisados com o modelo linear generalizado (GLM), uma vez que as variáveis apresentavam distribuição de probabilidade binomial e Poisson, e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Tukey a nível de 5% de probabilidade. Todas as análises foram feitas no ambiente R (R CORE TEAM, 2018).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste estudo indicam que a fonte de luz fornecida às culturas de *Cedrela odorata* é um elemento físico que interfere no desenvolvimento da espécie *in vitro*. A fase de multiplicação aconteceu por organogênese indireta, com formação inicial de calos, seguido do crescimento de brotações (Tabela 1).

Tabela 1 – Multiplicação *in vitro* de *Cedrela odorata* sob o efeito do tipo de luzes de LEDs, Lages, SC

| Luz      | Taxa de multiplicação (%) | Número de broto   | Comprimento dos brotos (mm) | Oxidação (%) |
|----------|---------------------------|-------------------|-----------------------------|--------------|
| Azul     | 92 <sup>ns</sup>          | 3,8 <sup>ns</sup> | 1,4 b                       | 46 a         |
| Vermelho | 95                        | 3,3               | 1,3 b                       | 100 a        |
| Rosa     | 90                        | 3,4               | 1,9 ab                      | 15 b         |
| Branco   | 97                        | 3,9               | 2,1 a                       | 00           |
| p-valor  | 0,5198                    | 0,4086            | 0,0269                      | 2,2e-16      |

Fonte: Autores (2020)

Em que: Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste Tukey (contrastes) e pelo GLM, respectivamente, a 5%; <sup>ns</sup>: Não foram significativamente a 5%.

As variáveis taxa de multiplicação ( $p=0,5198$ ) e número de brotações ( $p=0,4086$ ) não variaram entre os tratamentos com luzes de LEDs (Tabela 1). Bello-Bello *et al.* (2016) constataram que a luz de lâmpada fluorescente, LED branco e LED rosa apresentaram número de brotos por explante superiores a luz de LED azul e vermelho na fase de multiplicação de *Vanilla planifolia* Andrews. Azmi, Ahmad e Ibrahim (2016) obtiveram aumento na multiplicação de brotações de plantas usando LED azul em comparação com a luz de LED vermelho. Em dois cultivares de *Alpinia purpurata* (Red Ginger e Pink Ginger), Pinheiro *et al.* (2019) demonstraram que o número de brotos foi superior sob lâmpadas de LED branco em relação às lâmpadas fluorescentes.

O comprimento de brotações de *C. odorata* foram os maiores sob a luz de LED branco (2,1 mm) após cinco semanas de cultivo ( $p=0,0269$ ). As brotações das culturas submetidas à luz de LED azul apresentaram comprimento dos brotos inferior, com valor médio de 1,4 mm, assim como o tratamento com LED vermelho (1,3 mm) em relação aos outros tratamentos (Tabela 1). De acordo Hung *et al.* (2015), o percentual de radiação entre azul e vermelho pode interferir no comprimento das brotações *in vitro*, sendo aumentado com a elevação da concentração de vermelho e reduzido com as proporções mais elevadas dos azuis em cultura de morango encapsulado.

Além do comprimento de brotações superiores, culturas de *C. odorata* sob luz LED branco não apresentaram oxidação durante o cultivo *in vitro* (Tabela 1). A luz vermelha, por outro lado, provocou a clorose do tecido seguida de oxidação em todas as plantas, sendo a luz que mais interferiu neste aspecto sobre as culturas (100%), seguidos das luzes de LED azul (46,2%) e rosa (15,0%). A oxidação é a reação das polifenoxidasas sobre compostos fenólicos (KESSIN *et al.*, 2018) na presença de luz. A degradação oxidativa afeta a concentração dos compostos fenólicos que podem estar relacionados aos processos de regulação do crescimento e desenvolvimento de culturas *in vitro* (BASSAN *et al.*, 2006).

Sayed *et al.* (2020) observaram diferenças no crescimento e em compostos bioquímicos sintetizados por cultura de *Ceratonia siliqua* L. sob diferentes tipos de



luzes *in vitro*, sendo que a luz branca provocou o acúmulo de maior quantidade de compostos fenólicos (ácidos fenólicos e flavonóides) em comparação com luzes verde, azul, vermelha e amarela. No mesmo estudo, as luzes amarela e branca induziram a maior capacidade antioxidante (DPPH). Esse comportamento poderia explicar os melhores resultados da pesquisa quando os explantes de *C. odorata* foram submetidos à luz de LED branco. Os compostos de polifenóis são antioxidantes que combatem os radicais livres que são promotores do envelhecimento e/ou necrose e/ou morte celular (KOBUS-CISOWSKA *et al.*, 2019).

O trabalho de Cioć *et al.* (2018) demonstrou diferença na interação de doses (1,0; 2,5 e 5,0  $\mu\text{M}$ ) de BAP e tipo de luz em *Myrtus communis* L., em que LED vermelho em meio de cultura acrescido com 5  $\mu\text{M}$  BAP resultou na maior taxa de multiplicação e concentrações de polifenol antioxidante comparado a LEDs azul, rosa e lâmpadas fluorescente. Além disso, Souza *et al.* (2018) mostraram que a luz de LED rosa proporcionou o menor percentual de contaminação na fase de estabelecimento *in vitro*, maior comprimento e número de brotações de clones híbridos de *Corymbia torelliana* x *C. citriodora* e *Corymbia citriodora* x *C. torelliana*. As plantas sintetizam metabólitos secundários com ação fúngica (BORGES; AMORIM, 2020). Sayed *et al.* (2020) apresentaram em estudo que a planta *Ceratonia siliqua* L. cultivada sob a luz branca acumulou a maior quantidade de flavonóides comparado a outras qualidades de luz.

Os resultados mostram não ter havido interação entre tipo de luz e concentração de AIB para as variáveis taxa de enraizamento ( $p=0,81511$ ), número de raízes ( $p=0,14086$ ) e taxa de oxidação ( $p=0,1126$ ) analisadas (Tabela 2). Sob o efeito da luz branca, independente da dose de AIB, as culturas de *C. odorata* apresentaram valores médios superiores no número de raízes ( $p=1,219e-05$ ) em relação aos demais tratamentos. Bello-Bello *et al.* (2016) encontraram resultados semelhantes com os da presente pesquisa, em que as culturas submetidas a LEDs branco induziram número de raízes e comprimento de raízes superiores às luzes azul, vermelha e rosa em *Vanilla planifolia* Andrews.



Tabela 2 – Enraizamento *in vitro* de *Cedrela odorata* sob o efeito do tipo de luzes de LEDs e concentrações de ácido indolbutírico (AIB), Lages, SC

| Luz       | Taxa de enraizamento (%) |         | Número de raízes |         | Comprimento de raízes (mm) |         | Oxidação (%) |        |
|-----------|--------------------------|---------|------------------|---------|----------------------------|---------|--------------|--------|
|           | 4,9 µM                   | 9,8 µM  | 4,9 µM           | 9,8 µM  | 4,9 µM                     | 9,8 µM  | 4,9 µM       | 9,8 µM |
| Azul      | 40 aA                    | 67 aA   | 2,7 bA           | 1,9 cA  | 10,4 bA                    | 5,1 bB  | 90 aA        | 100 aA |
| Vermelho  | 50 aA                    | 65 aA   | 3,3 bA           | 4,5 bcA | 22,1 aA                    | 13,5 aB | 45 bA        | 75 aA  |
| Rosa      | 55 aA                    | 67 aA   | 4,2 abA          | 4,8 abA | 21,2 aA                    | 11,2 aB | 55 bA        | 60 aA  |
| Branco    | 73 aA                    | 89 aA   | 5,7 aB           | 5,9 aA  | 12,7 bA                    | 13,0 aA | 13 cA        | 5 bA   |
| p-valor:  | Luz                      | 0,04754 | 1,219e-05        |         | 2,2e-16                    |         | 5,46e-15     |        |
|           | AIB                      | 0,01872 | 0,06078          |         | 2,128e-13                  |         | 0,1594       |        |
| Luz x AIB |                          | 0,81511 | 0,14086          |         | 2,738e-06                  |         | 0,1126       |        |

Fonte: Autores (2020)

Em que: Letras minúsculas comparam luz dentro do fator AIB (comparação dentro das colunas), enquanto letras maiúsculas comparam AIB dentro de cada tipo de luz (comparação dentro das linhas) pelo teste Tukey (contrastes) e pelo GLM, respectivamente, a 5%.

O comprimento das raízes sob LEDs vermelho e rosa foram superiores sob a dose 4,9 µM de AIB; os LEDs vermelho, rosa e branco, maiores utilizando 9,8 µM de AIB ( $p=2,2e-16$ ). A interação luz x AIB mostraram diferença no comprimento de raízes ( $p=2,738e-06$ ). O aumento de AIB (9,8 µM) sob exposição a luz azul, vermelho e rosa promoveu a diminuição no comprimento da raiz ( $p=2,128e-13$ ) (Tabela 2). A luz LED branco ( $p=5,46e-15$ ) provocou os menores percentuais de oxidação em comparação aos outros tratamentos (Tabela 2). Segundo Souza *et al.* (2018), a luz de LED rosa apresentou o menor percentual de oxidação em relação à luz de escuro/lâmpada fluorescente, lâmpada fluorescente e LEDs branco na fase de estabelecimento *in vitro* de clones híbridos de *Corymbia torelliana* x *C. citriodora* e *Corymbia citriodora* x *C. torelliana*. Souza *et al.* (2020) observaram na fase de introdução *in vitro* que clones de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* apresentaram os menores valores de oxidação quando mantidos sob as luzes de LEDs branco, rosa e vermelho em comparação com lâmpada fluorescente e LED azul.

No entanto, o aumento da dose de AIB não induziu diferenças no número de raízes e taxa de oxidação ( $p=0,1594$ ). O uso de AIB tem sido empregado na fase de enraizamento da espécie *Cedrela odorata*. Os resultados de Rodríguez *et al.* (2003), utilizando as concentrações de 2,5; 4,9 e 7,4  $\mu\text{M}$  de AIB no enraizamento dessa espécie, não indicaram diferenças entre tratamentos. Contudo, Valverde-Cerdas, Rojas-Vargas e Hine-Gómez (2008) testaram as doses de 4,9; 9,8 e 14,8  $\mu\text{M}$  AIB no enraizamento de *C. odorata*, e observaram que a dose ideal foi de 9,8  $\mu\text{M}$  AIB, obtendo o maior número de raízes (6,5).

Após cinco semanas, as 50 plantas enraizadas usadas na aclimatização resultaram em 100% de sobrevivência. Os resultados deste estudo demonstram que a baixa taxa de oxidação poderia favorecer o desenvolvimento da cultura (ALMEIDA *et al.*, 2020), como observado nas culturas mantidas sob luz de LED branco no experimento. Fontes de radiação luminosa danificam a parte aérea das plantas responsáveis pela fotossíntese (TAIZ; ZEIGER, 2009; CIOĆ *et al.*, 2018). Segundo Lazzarini *et al.* (2017), a luz de LED branco é composta por diferentes cores, possuindo a luz verde que influencia na abertura de estômatos e afeta a ação da luz azul, além de apresentar menor proporção de UV, sendo importantes para o desenvolvimento do vegetal.

## 4 CONCLUSÃO

A micropropagação possibilita a conservação de genótipos de interesse. As condições artificiais podem contribuir com a melhoria da permanência do material vegetal e otimizar as fases de micropropagação.

A luz LED branco favorece o comprimento de brotos e reduz a oxidação das culturas *in vitro* na fase de multiplicação de *Cedrela odorata*.

O aumento da concentração de AIB não promove efeito positivo no enraizamento. Já a luz LED branco promove formação de maior número de raízes e menor taxa de oxidação na fase de enraizamento da espécie.

Nesta pesquisa verificou-se que o tipo de luz influenciou a micropropagação durante as fases de multiplicação e de enraizamento *in vitro* de *C. odorata*.

## AGRADECIMENTOS

Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação de Santa Catarina - FAPESC (Rede Guarani Serra Geral, conv. FAPESC2015TR1067) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq (projeto 441396/2017-8, MCTI/CNPq N° 20/2017 - Nexus II). Ao Programa de Bolsas de Monitoria de Pós-Graduação - PROMOP/UDESC pela concessão da Bolsa.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. V. S.; OLIVEIRA, V. J. S. O.; JACOBI, C. C. B., ALMEIDA, W. A. B., CARVALHO, M. J. S. *Vernonia condensata* Baker: an alternative for large-scale seedling production. **Ciência Rural**, v. 50, n. 3, e20180941, 2020.
- AMARAL, V. F. M. **Multiplicação in vitro: *Cedrela fissilis* Vell.**, 2006, 60 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Floresta), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS, 2006.
- AZMI, N. S.; AHMAD, R.; IBRAHIM, R. Fluorescent light (FL), red LED and blue LED spectrums effects on *in vitro* shoots multiplication. **Jurnal Teknologi**, v. 78, n. 6-6, p. 93-97, 2016.
- BASSAN, J. S.; REINIGER, L. R. S.; ROCHA, B. H. G.; SEVERO, C. R. P.; FLÔRES, A. V. Oxidação fenólica, tipo de explante e meios de cultura no estabelecimento *in vitro* de canafístula (*Peltophorum dubium* (SPRENG.) TAUB.). **Ciência Florestal**, v. 16, n. 4, p. 381-390, 2006.
- 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.
- BORGES, L. P.; AMORIM, V. A. Metabólitos secundários de plantas. **Revista Agrotecnologia**, v. 11, n. 1, p. 54-67, 2020.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 444 de 17 de dezembro de 2014 - Anexo I. Lista nacional oficial de espécies da fauna ameaçadas de extinção. 2014. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil, Brasília**, DF, seção 1, 18 de dezembro de 2014.
- 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.
- DEBERGH, C. P.; MAENE, L. J. A scheme for commercial propagation of ornamental plants by tissue culture. **Scientia Horticulturae**, v. 14, n. 4, p. 335-345, 1981.
- FERRARI, M. P.; GROSSI, F.; WENDLING, I. **Propagação vegetal de espécies florestais**, Colombo - Paraná: Embrapa Florestal (documento, 94), 2004. 22 p.

GARCÍA-GONZÁLES, R.; DELGADO, M.; GONZÁLEZ, Y.; GONZÁLEZ, A.; GARRIGA, M.; CALIGARI, P. D. S.; CARRASCO, B.; QUIROZ, K. *In vitro* propagation of cedar (*Cedrela odorata* L.) from juvenile shoots. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 71, n. 3, p. 376-382, 2011.

HUNG, C. D.; HONG, C. H.; JUNG, H. B.; KIM, S. K.; KET, N. V.; NAM, M. W., CHOI, D. H.; LEE, H. I. Growth and morphogenesis of encapsulated strawberry shoot tips under mixed LEDs. **Scientia Horticulturae**, v. 194, p. 194-200, 2015.

KESSIN, J. P.; PIGOZZI, L.; HAHN, P. C.; DIAS, G. V.; NUNES, M. R.; DALLA-COSTA, M.; VEECK, A. P. L. Atividade antioxidante de compostos fenólicos presentes em polpa e casca de goiabeira serrana. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 9, n. 1, p. 141-153, 2018.

KOBUS-CISOWSKA, J.; SZCZEPANIAK, O.; SZYMANOWSKA-POWAŁOWSKA, D.; PIECHOCKA, J.; SZULC, P.; DZIEDZIŃSKI, M. Antioxidant potential of various solvent extract from *Morus alba* fruits and its major polyphenols composition. **Ciência Rural**, v. 50, n. 1, e20190371, 2019.

LAZZARINI, L. E. S.; PACHECO, F. V.; SILVA, S. T.; COELHO, A. D.; MEDEIROS, A. P. R.; BERTOLUCCI, S. K. V.; PINTO, J. E. B. P.; SOARES, J. D. R. Uso de diodos emissores de luz (LED) na fisiologia de plantas cultivadas - revisão. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 16, n. 2, p. 137-144, 2017.

LESHER-GORDILLO, J. M.; MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, J. L.; ORDUÑA-RODAS, P.; HERNÁNDEZ-CARRETA, A. I. Genetic diversity of the red cedar (*Cedrela odorata*) in the state of Tabasco, México. **Bosque**, v. 39, n. 3, p. 411-417. 2018.

MANTOVANI, N. C.; FRANCO, E. T. H.; VESTENA, S. Regeneração *in vitro* de louro-pardo (*Cordia trichotoma* (Vellozo) Arrabida ex Steudel). **Ciência Florestal**, v. 11, n. 2, p. 93-101, 2001.

MURASHIGE, T. Plant propagation through tissue culture. **Annual Review Plant Physiology**, v. 25, p. 135-166, 1974.

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

NUNES, E. C.; CASTILHO, C. V.; MORENO, F. N.; VIANA, A. M. *In vitro* culture of *Cedrela fissilis* Vellozo (Meliaceae). **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 70, p. 259-268, 2002.

PEÑA-RAMÍREZ, Y. J.; JUÁREZ-GÓMEZ, J.; GÓMEZ-LÓPEZ, L.; JERÓNIMO-PÉREZ, J. L.; GARCÍA-SHESEÑA, I.; GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, J. A.; ROBERT, M. L. Multiple adventitious shoot formation in spanish red cedar (*Cedrela odorata* L.) cultured *in vitro* using juvenile and mature tissues: an improved micropropagation protocol for a highly valuable tropical tree species. **In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant**, v. 46, n. 2, p. 49-160, 2010.

PINHEIRO, M. V. M.; SCHMIDT, D.; DIEL, M. I.; SANTOS, J.; THIESEN, L. A.; AZEVEDO, G. C. V.; HOLZ, E. *In vitro* propagation of alpinia cultivars in different light sources. **Ornamental Horticulture**, v. 25, n. 1, p. 49-54, 2019.

R CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2018. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 10 jan. 2021.

RODRÍGUEZ, R.; DAQUINTA, M.; CAPOTA, I.; PINA, D.; LEZCANO, Y.; GONZÁLEZ-OLMEDO, J. L. Nuevos aportes a la micropropagación de *Swietenia macrophylla* × *Swietenia mahogany* (Caoba híbrida) y *Cedrela odorata* (Cedro). **Cultivos Tropicales**, v. 24, n. 3, p. 23-27, 2003.

SALLES, E. A. P. B.; ALCANTARA, G. B.; QUOIRIN, M. G. G.; GONÇALVES, A. N.; HIGA, A. R. Desinfestação e introdução *in vitro* de segmentos nodais de *Acacia mearnsii*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, n. 92, p. 485-491, 2017.

SANTOS JUNIOR, C. F.; DALLA-COSTA, M.; RECH, T. D.; BOFF, P.; BOFF, M. I. C. Use of micropropagation in the vegetative rescue of adult trees of *Cedrela odorata* L. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 16, n. 4, e8944, 2021.

SAYED, S. S.; GABR, A. M. M.; AMIN, M. A.; TAHA, L. S. Biochemical characterization of micropropagated *Ceratonia siliqua* L. under effect of growth regulators and light quality. **Bulletin of the National Research Centre**, v. 44, n. 26, 2020.

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.

SOUZA, D. M. S. C.; XAVIER, A.; OTONI, W. C.; MIRANDA, N. A.; MAGGIONI, J. H. Light quality in the *in vitro* introduction of *Corymbia* hybrid clones. **Revista Árvore**, v. 42, n. 6, e420604, 2018.

STUEPP, C. A.; WENDLING, I.; XAVIER, A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Vegetative propagation and application of clonal forestry in Brazilian native tree species. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 53, n. 9, p. 985-1002, 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848 p.

VALVERDE-CERDAS, L.; ROJAS-VARGAS, A.; HINE-GÓMEZ, A. *In vitro* propagation of *Albizia guachapele*, *Cedrela odorata*, *Platymiscium pinnatum* and *Guaiacum sanctum*. **Plant Tissue Culture and Biotechnology**, v. 18, n. 2, p. 151-156, 2008.

ZHANG, Z.; SUN, Y.; LI, Y. Plant rejuvenation: from phenotypes to mechanisms. **Plant Cell Reports**, v. 39, n. 10, p. 1249-1262, 2020.

## Contribuição de Autoria

### 1 Cezário Ferreira dos Santos Junior

Dr.

<https://orcid.org/0000-0001-8186-6663> • cezario@ufpa.br

Contribuição: Conceituação, Curadoria de dados, Análise formal, Investigação, Metodologia, Análise formal, Administração do projeto, Supervisão, Validação, Visualização, Escrita - revisão e edição

## 2 Tássio Dresch Rech

Dr.

<https://orcid.org/0000-0003-3340-5197> • tassior@epagri.sc.gov.br

Contribuição: Conceituação, Curadoria de dados, Obtenção de financiamento, Investigação, Metodologia, Administração do projeto, Recursos, Supervisão, Validação, Visualização, Escrita - revisão e edição

## 3 Murilo Dalla Costa

Pesquisador

<https://orcid.org/0000-0001-7422-1883> • murilodc@epagri.sc.gov.br

Contribuição: Conceituação, Curadoria de dados, Análise formal, Obtenção de financiamento, Investigação, Metodologia, Administração do projeto, Recursos, Supervisão, Validação, Visualização, Escrita - revisão e edição

## 4 Marcio Carlos Navroski

Dr.

<https://orcid.org/0000-0002-2645-9763> • marcio.navroski@udesc.br

Contribuição: Conceituação, Investigação, Metodologia, Recursos, Validação, Visualização, Escrita - revisão e edição

## 5 Pedro Boff

Dr.

<https://orcid.org/0000-0002-9041-5503> • boff.pedro@yahoo.com.br

Contribuição: Conceituação, Curadoria de dados, Obtenção de financiamento, Investigação, Metodologia, Administração do projeto, Recursos, Supervisão, Validação, Visualização, Escrita - revisão e edição

## 6 Mari Inês Carissimi Boff

Dra.

<https://orcid.org/0000-0003-1700-8837> • mari.boff@udesc.br

Contribuição: Conceituação, Curadoria de dados, Aquisição de financiamento, Investigação, Metodologia, Administração do projeto, Recursos, Supervisão, Validação, Visualização, Escrita - revisão e edição

## Como citar este artigo

Santos Junior, C. F.; Rech, T. D.; Costa, M. D.; Navroski, M. C.; Boff, P.; Boff, M. I. C. Efeito da qualidade de luz na multiplicação e enraizamento in vitro de *Cedrela odorata* L. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 32, n. 4, p. 2419-2432, 2022. DOI 10.5902/1980509866513. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509866513>.