

Diferentes Explantes e Reguladores de Crescimento na Indução de Calos em *Dipteryx Odorata* (Aubl.) Forsyth F

Different Growth Regulators and Explants in Callus Induction in *Dipteryx Odorata* (Aubl.) Forsyth F

Tainá Teixeira Rocha^{*a}; Renato Paiva^b; Afonso Ricardo de Souza^c; Brenda Tayná Sousa da Silva^b; Hairon Antonio Friedrich Rodrigues^c; Israeli Ingrid Costa de Brito^c; Gabriel Alves de Souza da Silva^a; Ráirys Cravo Herrera^a

^aUniversidade Federal do Pará, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação. PA, Brasil.

^bUniversidade Federal de Lavras, Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal. MG, Brasil.

^cCentro de Tecnologia Canavieira. SP, Brasil.

*E-mail: rochataina@gmail.com

Resumo

Espécies florestais possuem grande valor comercial, contudo, ainda necessitam de estudos que visem o seu estabelecimento *in vitro*. O sucesso do cultivo depende diretamente de fatores como a composição do meio nutritivo e o tipo de explante, que determinam a indução e o controle da morfogênese vegetal. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes concentrações de 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D), Picloram e Thidiazuron (TDZ) na morfogênese *in vitro* de *Dipteryx odorata* (Aubl.) Forsyth f. Segmentos cotiledonares e do primeiro par de folhas de plântulas obtidas *in vitro* foram inoculados em meio MS, esterilizado quimicamente com Dioxiplus® (ClO₂), e suplementado com diferentes concentrações (0, 2, 4 e 8 mg L⁻¹) de 2,4-D, Picloram e TDZ. A porcentagem de indução de calos foi avaliada após 30 (trinta) dias de cultivo, sendo maior para os segmentos cotiledonares, independentemente do regulador de crescimento utilizado. Em segmentos foliares, a formação de calos foi observada na concentração de 8 mg L⁻¹ de 2,4-D, e 4 e 8 mg L⁻¹ de TDZ. Em segmentos cotiledonares, 2 mg L⁻¹ de Picloram, e 2 e 8 mg L⁻¹ de TDZ. Para a espécie *D. odorata*, os explantes cotiledonares foram mais responsivos à calogênese na presença dos reguladores de crescimento Picloram (4 e 8 mg L⁻¹) e TDZ (2 mg L⁻¹).

Palavras-chave: Micropropagação. Calogênese. Morfogênese. Cumaru. Tonka Bean.

Abstract

Forest species have great commercial value, however, many of these species still need studies aimed at their *in vitro* establishment, in addition, the success of cultivation depends directly on factors such as the composition of the nutrient medium and the type of explant, and these factors determine the induction and control of plant morphogenesis. In this sense, this study aimed to evaluate the effect of different concentrations of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D), Picloram, and Thidiazuron (TDZ) on the *in vitro* morphogenesis of *Dipteryx odorata* (Aubl.) Forsyth f. Cotyledonary segments and the first pair of leaves from seedlings obtained *in vitro* were inoculated in MS medium, chemically sterilized with Dioxiplus® (ClO₂), and supplemented with different concentrations (0, 2, 4, and 8 mg L⁻¹) of 2,4-D, Picloram, and TDZ. The percentage of callus induction was evaluated after 28 days of cultivation, being higher for the cotyledonary segments regardless of the growth regulator used. In leaf segments, callus formation was observed at the concentration of 8 mg L⁻¹ of 2,4-D, and 4 and 8 mg L⁻¹ of TDZ. In cotyledonary segments, 2 mg L⁻¹ of Picloram, and 2 and 8 mg L⁻¹ of TDZ. For the *D. odorata* species, the cotyledonary explants were more responsive to callogenesis, and the growth regulators Picloram (4 e 8 mg L⁻¹) and TDZ (2 mg L⁻¹) were more efficient.

Keywords: Micropropagation. Callogenesis. Morphogenesis. Cumaru. Tonka Bean.

1 Introdução

O bioma Amazônico é conhecido por seu tamanho, diversidade de fauna e flora, importância ecológica e econômica, sendo uma grande fonte de renda na Região Norte, tanto pelo extrativismo, como pela extração de madeiras (Reis *et al.*, 2019). Neste contexto, as espécies florestais possuem uma grande parcela sob a dinamicidade econômica, em função da diversidade de produtos passíveis de exploração (Stuart-Guimarães *et al.*, 2003). De acordo com dados do boletim IMAFLORA (Andrade *et al.*, 2022a), mais de 50% do volume de madeira em tora retirado, anualmente, das florestas naturais da Amazônia estão restritos em um conjunto de 15-20 espécies florestais.

Entre as espécies florestais amazônicas que se destacam pelo seu potencial econômico, se tem *Dipteryx odorata* (Aubl.) Forsyth f., conhecida popularmente como cumaru, baunilha

da Amazônia ou tonka bean (sua denominação em inglês) (Carvalho, 2023; Moraes; Heron; Silva, 2022). Esta espécie tem sido frequentemente encontrada nas Regiões Norte (quase em todas as matas de terra firme do Pará), Nordeste e Centro-Oeste, bem como nos países vizinhos: Guiana, Venezuela, Colômbia, Bolívia, Peru e Suriname (Carvalho; Lima; Cardoso, 2023).

Suas sementes possuem alto valor econômico no mercado (Fetzer *et al.*, 2021), pois são ricas em cumarina (Garg *et al.*, 2020), substância responsável por apresentar propriedades antioxidantes, anticoagulantes, anti-inflamatórias, diaforéticas e antibacterianas. Essas propriedades contribuem para o uso das sementes de *D. odorata* na indústria farmacêutica, na culinária requintada, e como aromatizante, principalmente, em função de seu potencial como fixador de essências (Moraes; Heron; Silva, 2022; Pesce, 2009). Sua madeira é altamente durável e

resistente a rachaduras, quando exposta à luz solar, por isso é bastante utilizada em construções (Oliveira, 2016).

Em decorrência das diversas atribuições econômicas para esta espécie, *D. odorata* vem passando por um processo de maior comercialização, principalmente, no setor florestal madeireiro (Andrade *et al.*, 2022a; Coradin; Camillo; Vieira, 2022). Dados publicados pelo IMAFLORA (Andrade *et al.*, 2022b) demonstram que é uma das 10 (dez) espécies mais comercializadas da Amazônia brasileira no período de 2019-20 e é reportada no relatório como uma espécie ecologicamente sensível no manejo florestal, em função de grandes dificuldades em retornar aos estoques iniciais disponíveis na floresta, exigindo medidas de conservação em longo prazo.

O cultivo *in vitro* de plantas é uma ferramenta biotecnológica para a produção de plantas elite livres de contaminação, cultivadas em condições controladas de luz, nutrientes e temperatura (Carvalho; Rodrigues; Santos, 2016; Philips; Garda, 2019; Rajewski *et al.*, 2019). Por meio de técnicas de micropropagação, a reprodução de plantas pode ser obtida, a partir de diferentes explantes por organogênese e embriogênese somática, viabilizando a propagação de espécies florestais, a exemplo dos estudos conduzidos por Almeida, Silva e Cunha (2020), Di-Gaudio *et al.* (2020), Kong *et al.* (2009), Mendonça *et al.* (2020), Silveira, Silva e Sibov (2022) e Afonso *et al.* (2020). Além disso, pode ser utilizada para a produção de metabólitos secundários *in vitro* como relatado em Bano *et al.* (2022), Khalifa *et al.* (2022) e Jaiswal *et al.* (2022).

Neste contexto, a calogênese é uma via promissora para a produção mais eficiente e sustentável desses metabólitos de interesse, em comparação com o cultivo convencional (Souza *et al.*, 2018; Ozyigit *et al.*, 2023). Essa técnica biotecnológica tem beneficiado a indústria farmacêutica e de produtos naturais, por meio da indução de calos em diferentes tipos de explantes, podendo ser uma alternativa para a produção de cumarina, principal constituinte de *D. odorata*, que está presente nas sementes e em toda extensão da planta, e que possui diversas atividades, tais como anticoagulantes, anticâncer, antineurodegenerativos, antioxidantes, entre outros (Franco *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2021; Sousa *et al.*, 2022).

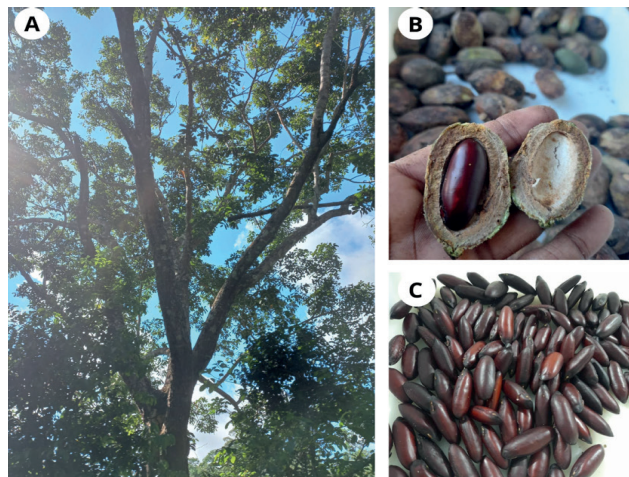
Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes concentrações de 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D), Picloram e Thidiazuron (TDZ) na calogênese *in vitro* de *Dipteryx odorata*.

2 Material e Métodos

Frutos frescos de cumaru (Figura 1) foram coletados em um fragmento de floresta localizado no município de Vitória do Xingu, Pará (03°10'47,40" S e 51°58'00,76" W). No Laboratório de Cultura de Tecidos de Plantas (Departamento de Biologia – Universidade Federal de Lavras), os tegumentos foram retirados e as sementes foram desinfestadas em álcool (70%) por um minuto, em seguida, com hipoclorito de sódio (2%) por quinze minutos e lavadas três vezes com

água destilada autoclavada. Para a obtenção de explantes, as sementes foram inoculadas em meio MS (Murashige; Skoog, 1962) com metade da concentração de sais, solidificado com 2,5 g L⁻¹ de Phytigel®, esterilizado quimicamente com adição de 2 mL L⁻¹ de Dioxiplus® (ClO₂), dispensando o processo de autoclavagem, e o pH ajustado para 5,8.

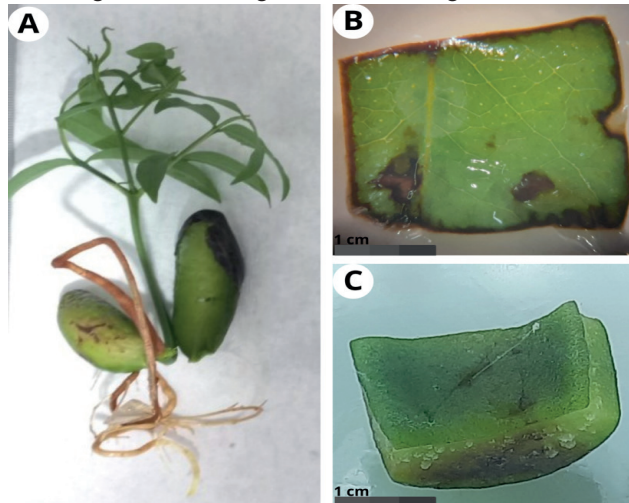
Figura 1 - *Dipteryx odorata*. A: Árvore de cumaru. B: Fruto e semente de cumaru. C: Sementes de cumaru



Fonte: os autores.

As plântulas se desenvolveram por 20 (vinte) dias (Figura 2A) até o momento da indução dos calos. Segmentos do primeiro par de folhas (Figura 2B) emitido e dos cotilédones (Figura 2C) foram coletados e inoculados em meio MS, suplementado com 30 g L⁻¹ de sacarose, e solidificado e esterilizado, como citado anteriormente, contendo 2,4-D, Picloram e TDZ, nas concentrações de 0, 2, 4 e 8 mg L⁻¹, os explantes possuíam em torno de 2x2cm². Foram feitas seis repetições para cada regulador de crescimento, em cada concentração testada, sendo que cada repetição consistiu em uma placa de Petri contendo quatro explantes. Após a inoculação, as placas foram levadas para sala de crescimento, no escuro, a 25 °C ±2. Ao final de 30 (trinta) dias foi avaliada a ocorrência de calos.

Figura 2 - Aspectos da plântula *in vitro* de *Dipteryx odorata*. A: Plântula germinada. B: Segmento foliar. C: Segmento cotiledonar



Fonte: os autores.

Os dados foram submetidos a análise de normalidade e homogeneidade (Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente), e foram submetidos a análise não paramétrica Kruskal-Wallis. Para a comparação entre as médias dos tratamentos foram utilizados os testes de Dunnett e de Bonferroni a posteriori ($P < 0,05$). Todas as análises foram realizadas no software R, com a adição dos pacotes Dplyr e Rstatix (R Core Team, 2023).

3 Resultados e Discussão

Os resultados evidenciaram diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os tratamentos, quando comparados entre si, como pode ser observado no Quadro 1. Explantes cultivados na ausência de reguladores de crescimento não induziram calos (Figura 3A e B). De forma geral, os calos obtidos para os explantes foliares (3C, E, G) apresentaram crescimento radial ou longitudinal ao pecíolo, e os cotilédones (3D, F H) na área de incisão. Tanto os calos de explantes foliares quanto os cotilédones apresentavam aspecto compacto, de cor translúcida, amarelo claro ou esbranquiçada, características de calos não embriogênicos. Apesar de estudar a mesma espécie,

Sampaio *et al.* (2018) encontraram para segmentos adventícios de hipocótilo e epicótilo calos friáveis, translúcido amarelo claro a marrom claro, com pequenas manchas esverdeadas, características que indicam calos embriogênicos.

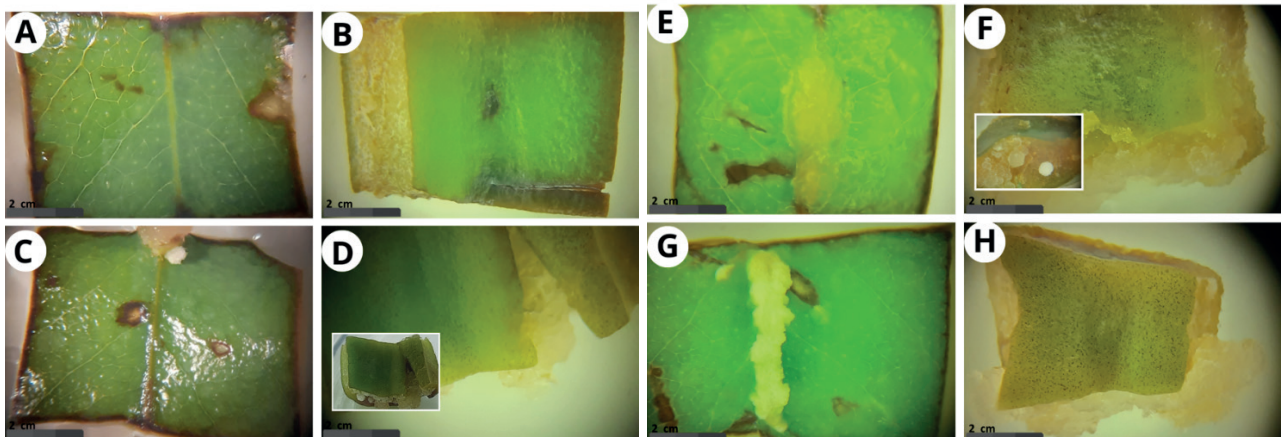
Quadro 1 - Efeito de reguladores de crescimento na indução de calos em segmentos de folhas e cotilédones de *Dipteryx odorata*

Regulador	Concentração (mg L ⁻¹)	% de indução de calos	
		Folha	Cotilédone
2,4-D	0	0% ^b	4% ^c
	2	0% ^b	8% ^{bc}
	4	0% ^b	13% ^{bc}
	8	8% ^{ab}	25% ^{bc}
Picloram	0	0% ^b	4% ^c
	2	42% ^a	75% ^{ab}
	4	8% ^{ab}	79% ^a
	8	13% ^{ab}	71% ^{ab}
TDZ	0	0% ^b	4% ^c
	2	8% ^{ab}	71% ^{ab}
	4	29% ^{ab}	13% ^{ac}
	8	21% ^{ab}	58% ^b

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si na coluna, pelo teste de Dunnett e de Bonferroni a 5% de probabilidade.

Fonte: dados da pesquisa.

Figura 3 - Presença de calos em segmentos de folhas e cotilédones de *Dipteryx odorata*. A, C, E e G: Segmentos de folhas. B, D, F e H: Segmentos de cotilédones. A e B: Explantes sem reguladores de crescimento. C e D: Explantes inoculados em meio contendo 2,4-D. E e F: Explantes inoculados em meio contendo Picloran. G e H: Explantes inoculados em meio contendo Thidiazuron



Legenda - Barras = 2cm.

Fonte: dados da pesquisa.

Para todos os reguladores testados, independente da concentração, os cotilédones apresentaram maiores porcentagens de indução de calos que os segmentos de folhas. Para espécies do gênero *Pterocarpus* (Fabaceae), Chakraborty *et al.* (2022) e Jaiswal *et al.* (2022) obtiveram 95 e 62% de indução de calos com segmentos de cotilédones usando diferentes concentrações de 2,4-D como regulador de crescimento, corroborando com o uso destes explantes na regeneração de espécies da família.

O 2,4-D induziu a formação de calos em segmentos de folhas apenas na dose de 8 mg L⁻¹ (Figura 3C) para os segmentos de cotilédones esse induziu até na menor concentração, porém não houve diferença estatística entre

as doses testadas, sendo a maior média (25%) na maior dose (Figura 3D). A presença ou ausência de luz pode ser um fator modulador da formação de calos por 2,4-D. Lara *et al.* (2022) obtiveram porcentagens de indução superiores a 70% com segmentos de folha em *Senna alata* (Fabaceae) cultivados sob luz branca ou LEDs coloridos com doses de 2,22 a 8,84 mg L⁻¹ do regulador. Por outro lado, Castro *et al.* (2018) encontraram respostas variáveis de promoção ou inibição da calogênese com 2,4-D em segmentos foliares de *Bauhinia holophylla* (Fabaceae) variando doses, luminosidade e meio de cultivo.

A adição de Picloram ao meio na concentração de 2 mg L⁻¹ induziu a maior porcentagem de calos nos segmentos de folha encontrados neste trabalho (42%, Figura 3E). Já para

os segmentos de cotilédone, não houve diferença estatística entre as doses testadas, obtendo-se de 71-79% de indução de calos (Figura 3F), Moura *et al.* (2017) ao testarem diferentes concentrações do mesmo regulador em cotilédones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, obtiveram resultados semelhantes às concentrações testadas, que resultaram em calogênese entre 90% a 100%.

O TDZ nas doses 4 e 8 mg L⁻¹ induziu 21 e 29% de formação de calos em segmentos de folhas, respectivamente (Figura 3G). Por outro lado, nos segmentos de cotilédones, o TDZ induziu a calogênese com 2 e 8 mg L⁻¹ (58 e 71%, respectivamente; Figura 2H), porém inibiu o processo com 4 mg L⁻¹. Sampaio *et al.* (2018) observaram que quando as doses de TDZ foram aumentadas, isso resultou em aumento do número médio de calos formados em segmentos de hipocótilo e epicótilo de mudas provenientes de embriões de cumaru cultivados *in vitro*.

4 Conclusão

A maior indução de calos foi observada em explantes cotiledonares cultivados em meio suplementado com Picloram (4 e 8 mg L⁻¹) e TDZ (2 mg L⁻¹). Esses resultados evidenciam a importância de considerar a variabilidade entre os explantes e os ajustes das concentrações de reguladores de crescimento. Essas informações são muito importantes para o desenvolvimento de protocolos para a propagação e conservação de *D. odorata*, uma espécie de grande importância econômica e ecológica.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Projeto PROCAD-AM, edital 21/2018.

Referências

AFONSO, M.V. *et al.* Neoformação *in vitro* de Parte Aérea e Enraizamento Adventício de Brotações de *Tabernaemontana catharinensis* A. DC. *Ensaios Ciênc.*, v.24, n.1, p.36-40, 2020. doi:10.17921/1415-6938.2020v24n1p36-40

ALMEIDA, R.O.; SILVA, S.S.; CUNHA, A.C.M.C. Micropropagation of *Dalbergia nigra*, an endangered Brazilian forest tree. *Rev. Agrog.*, v.12, n.4, p.9-18, 2020. doi: 10.18406/2316-1817v12n420201478

ANDRADE, M. *et al.* Espécies madeireiras nativas menos comercializadas: uma oportunidade para produção e conservação na Amazônia brasileira Boletim Técnico Timberflow 9. Imaflora, Piracicaba, 2022a. Disponível em: <https://www.imaflora.org/public/media/biblioteca/boletim_timberflow_julho_2022.p>. Acesso em: 2 mar. 2023.

ANDRADE, M. *et al.* Produção de madeira e diversidade de espécies arbóreas exploradas na Amazônia Brasileira: situação atual e recomendações para o setor florestal. Boletim Técnico Timberflow 8. Imaflora, Piracicaba, 2022b. Disponível em: <https://www.imaflora.org/public/media/biblioteca/boletim_timberflow_set_2022.pdf>. Acesso em: 2 mar. 2023.

BANO, A.S. *et al.* Callus Induction, Proliferation, Enhanced Secondary Metabolites Production and Antioxidants Activity of *Salvia moorcroftiana* L. as Influenced by Combinations of Auxin,

Cytokinin and Melatonin. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, v.66, 2022. doi: 10.1590/1678-4324-2022210200.

CARVALHO, C.S.; LIMA, H.C.; CARDOSO, D.B.O.S. *Dipteryx in: Flora e Funga do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB22954>>. Acesso em: 2 mar. 2023.

CARVALHO, A.C.P.P.; RODRIGUES, A.A. J.; SANTOS, E. O. Panorama da produção de mudas micropropagadas no Brasil (2008-2015). Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2016.

CASTRO, A.H.F. *et al.* Production and characterization of lectin from *Bauhinia holophylla* (Fabaceae: Cercideae) calli. *Plant Cell, Tissue Organ Culture*, v.134, n.3, p.423-432, 2018. doi: 10.1007/s11240-018-1432-7

CHAKRABORTY, T. *et al.* *In vitro* morphogenetic responses from cotyledonary explants of immature zygotic embryos of *Pterocarpus santalinus*. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, v.150, n.3, p.669-681, 2022. doi: 10.1007/s11240-022-02320-6

CORADIN, L.; CAMILLO, J.; VIEIRA, I.C.G. (Ed.). Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Norte. Brasília: MMA, 2022.

DI-GAUDIO, A.V. *et al.* A new and rapid micropropagation protocol for *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. *Forest Syst.*, v.29, n.1, p.1-6, 2020. doi: 10.5424/fs/2020291-15965

FETZER, D. *et al.* Extraction of cumaru seed oil using compressed propane as solvent. *J. Supercritical Fluids*, v.169, p.1-10, 2021. doi: 10.1016/j.supflu.2020.105123

FRANCO, D.P. *et al.* A importância das cumarinas para a química medicinal e o desenvolvimento de compostos bioativos nos últimos anos. *Quim. Nova*, v.44, n.2, p.180-197, 2021. doi: 10.21577/0100-4042.20170654.

GARG, S.S. *et al.* An insight into the therapeutic applications of coumarin compounds and their mechanisms of action. *Euro. J. Pharm. Sci.*, v.152, p.105424, 2020.

JAISWAL, S.; ARYA, S.; KANT, T. Studies on *in vitro* callus induction from a medicinal plant: *Pterocarpus marsupium*. *Pharma Innov. J.*, v.11, n.5, p.1621-1624, 2022.

KHALIFA, A.M. *et al.* Influence of gamma radiation and phenylalanine on secondary metabolites in callus cultures of milk thistle (*Silybum marianum* L.). *J. Genetic Eng. Biotechnol.*, v.20, n.1, p.1-11, 2022. doi: 10.1186/s43141-022-00424-2.

KONG, L. *et al.* Thidiazuron-induced somatic embryos, their multiplication, maturation, and conversion in *Cinnamomum pauciflorum* Nees (Lauraceae). *New Forests*, v.38, n.2, p.131-142, 2009. doi: 10.1007/s11056-009-9135-x

LARA, E.Y.C. *et al.* *In vitro* callus induction from different explants of *Senna alata* (L.) Robx. (FABACEAE). *Adv. Forestry Sci.*, v.9, n.1, p.1653-1660, 2022. doi: doi.org/10.34062/afs.v9i1.12928

MENDONÇA, E.G. *et al.* *In vitro* serial subculture to improve rooting of *Eucalyptus urophylla*. *New Forests*, v.51, n.5, p.801-816, 2020. doi: 10.1007/s11056-019-09761-6

MORAES, M.L.L.; HERON, S.A.S.; SILVA, D.T. Experimental mixture design as a tool to evaluate coumarin (1,2-benzopyrone) extraction from *Dipteryx odorata* seeds. *J. Pharm. Biom. Anal.*, v.210, p.1-7, 2022. doi:10.1016/j.jpba.2022.114586

MOURA, L.C. *et al.* Effects of explant type, culture media and picloram and dicamba growth regulators on inductions and proliferation of somatic embryos in *Eucalyptus grandis* X *E. urophylla*. *Rev. Árvore*, v.41, n.5, p.1-10, 2017. doi: 10.1590/1806-90882017000500002

- MURASHIGE, S.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plantarum*, v.15, p.473-497, 1962. doi: 10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x
- OLIVEIRA, A.S. *et al.* Physical and mechanical properties of heat treated wood from *Aspidosperma populifolium*, *Dipteryx odorata* and *Mimosa scabrella*. *Maderas. Cienc. Tecnol.*, v.18, n.1, p.143-156, 2016. doi: 10.4067/S0718-221X2016005000015
- OZYIGIT, I.I. *et al.* Production of secondary metabolites using tissue culture-based biotechnological applications. *Frontiers Plant Sci.*, v.14, p.1-28, 2023. doi: 10.3389/fpls.2023.1132555.
- PESCE, C. Oleaginosas da Amazônia. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural, 2009.
- PHILIPS, G.C.; GARDA, M. Plant tissue culture media and practices: an overview. *In vitro Cellular Develop. Biol. - Plant*, v.55, p.241-256, 2019. doi: 10.1007/s11627-019-09983-5
- R Development Core Team (2009). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- RAJEWSKI, A.C. *et al.* A. *In vitro* plant regeneration and Agrobacterium tumefaciens-mediated transformation of *Datura stramonium* (Solanaceae). *Appl. Plant Sci.*, v.7, p.1-5, 2019. doi: 10.1002/aps3.1220
- REIS, P.C.M.R. *et al.* Agrupamento de espécies madeiras da Amazônia com base em propriedades físicas e mecânicas. *Ciênc. Florestal*, v.29, n.1, p.336-346, 2019. doi: 10.5902/1980509828114
- SAMPAIO, P.T.B. *et al.* S. Induction of callus and adventitious shoots on epicotyl and hypocotyl segments of cumaru (*Dipteryx odorata*). *Comunicata Sci.*, v.9, n.3, p.475-480, 2018. doi: 10.14295/cs.v9i3.1618
- SILVA, G.M. *et al.* Estudo Químico e Antimicrobiano dos Extratos de Sementes e Folhas de Cumaru, *Dipteryx odorata* (Fabaceae). *Ensaio Ciênc.*, v.25, n.1, p.34-38, 2021. doi: 10.17921/1415-6938.2021v25n1p34-38.
- SILVEIRA, A.A.C.; SILVA, L.C.; SIBOV, S.T. Germinação *in vitro* de *Dipteryx alata* Vogel (Fabaceae) e proliferação de brotos sob sistema de ventilação convencional e natural. *Ciênc. Florestal*, v.32, n.2, p.996-1010, 2022. doi: 10.5902/1980509841400
- SOUSA, B.C.M. *et al.* Identification of Coumarins and Antimicrobial Potential of Ethanolic Extracts of *Dipteryx odorata* and *Dipteryx punctata*. *Molecule*, v.27, n.18, p.5837, 2022. doi: 10.3390/molecules27185837.
- SOUZA, J. C. De. *et al.* Produção de metabólitos secundários por meio da cultura de tecidos vegetais. *Rev. Fitos*, v.12, n.3, p.269, 2018. doi: 10.17648/2446-4775.2018.550.
- STUDART-GUIMARÃES, C.; LACORTE, C.; BRASILEIRO, A.C.M. Transformação genética em espécies florestais. *Ciênc. Florestal*, v.13, n.1, p.131-136, 2003. doi: 10.5902/198050981735