



ADRIENE DE OLIVEIRA BASTOS

**PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE PROGÊNIES DE *Cordia*
trichotoma (Vell.) Arráb. ex Steud **VIA MINISTAQUIA****

**LAVRAS – MG
2025**

ADRIENE DE OLIVEIRA BASTOS

**PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE PROGÊNIES DE *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb.
ex Steud VIA MINISTAQUIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado em Engenharia Florestal, área de concentração em Silvicultura e Genética Florestal, para a obtenção do título de Mestre.

Profº. Dr. Lucas Amaral de Melo
Orientador

**LAVRAS-MG
2025**

Ficha catalográfica elaborada pela Catalogação da Biblioteca Universitária da UFLA

Bastos, Adriene de Oliveira.

Propagação vegetativa de progênies de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ex Steud via miniestaquia / Adriene de Oliveira Bastos. - 2025.

76 p. : il.

Orientador(a): Lucas Amaral de Melo.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Lavras, 2025.
Bibliografia.

1. Silvicultura clonal. 2. Enraizamento adventício. 3. Minijardim seminal. I. Melo, Lucas Amaral de. II. Título.

Ficha elaborada por André Felipe Calsavara (CRB6/3137)

ADRIENE DE OLIVEIRA BASTOS

**PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE PROGENIES DE *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb.
ex Steud VIA MINiestaquia**

**VEGETATIVE PROPAGATION OF PROGENIES OF *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb.
ex Steud VIA MINI-CUTTINGS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado em Engenharia Florestal, área de concentração em Silvicultura e Genética Florestal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 21 de fevereiro de 2025
Dr. Lucas Amaral de Melo UFLA
Dr. Anderson Cleiton José UFLA
Dr. Allan Arantes Pereira IFSULDEMINAS
Dra. Marília Shibata UFPel

Prof. Dr. Lucas Amaral de Melo
Orientador

**LAVRAS – MG
2025**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por tudo e por todos, por estar sempre ao meu lado cuidando de mim e daqueles que amo. Gratidão por me dar a oportunidade de aprender e viver uma vida feliz e saudável.

À minha família, em especial à minha avó Inêz Bastos, meu avô/pai Wilson Bastos (*in memória*) e à minha mãe Lucilene Bastos, por me apoiarem e cuidarem de mim.

À Universidade Federal de Lavras – UFLA, que tem sido um lugar de muito aprendizado e realizações. Fico feliz em saber que agora faço parte de sua história.

Gratidão ao professor e orientador Lucas Amaral por me ensinar, orientar, apoiar e incentivar. Grata pelas oportunidades e por contribuir com o desenvolvimento de meus conhecimentos dentro e fora do âmbito acadêmico. Tenho aprendido tanto com você.

Ao Departamento de Ciências Florestais – DCF, com ênfase ao Laboratório de Cultivo *in vitro* de Espécies Florestais, Laboratório de Sementes Florestais e Laboratório de Genética e Conservação de Espécies Florestais.

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Aos professores do DCF, que de forma direta e ou indiretamente contribuíram com a difusão de conhecimentos que foram fundamentais para minha formação acadêmica/profissional, em especial ao professor Gilvano Brondani pelo apoio e incentivo ao desenvolvimento de minha pesquisa.

À banca avaliadora composta pela prof^a. Nilza Sales, prof^o. Anderson José, prof^o. Allan Pereira e prof^a. Marília Shibata. Agradeço por contribuírem com nossa pesquisa e minha formação neste momento tão importante.

Ao Núcleo de Estudos em Silvicultura – NES e ao Grupo de Pesquisa em Silvicultura e Melhoramento Florestal - SILMEF, pela oportunidade de desenvolver minhas habilidades e competências profissionais.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG por também apoiar e incentivar o desenvolvimento de parte desta pesquisa (Processo APQ-05543-24).

Gratidão à professora Marília Shibata, por todo carinho e atenção, por continuar me ensinando e incentivando. Grata por continuar dividindo momentos tão divertidos e cheios de aprendizados comigo durante essa etapa de minha vida. Espero continuar aprendendo com você.

Ao Edilson Braga, à Flávia e ao Jailson, por todo apoio concedido. Sempre prezarei pela gentileza de todos vocês. Gratidão.

Aos amigos que me acolheram gentilmente em Lavras – MG, Lavínia Barbosa e Rodolfo Soares, por seus atos de gentileza e apoio. Sempre lembrarei de suas boas ações para comigo.

Aos amigos adquiridos ao longo dessa caminhada acadêmica, em especial Carolina Barroco que sempre demonstrou ânimo e disposição para ajudar. Ao meu fiel e paciente companheiro de trabalho, Gabriel Baroni, que esteve comigo durante toda a etapa de realização deste trabalho. Fico feliz e grata por poder contar com a amizade e parceria de vocês.

Agradeço a toda equipe e amigos do Laboratório de Silvicultura e Restauração Florestal - LASERF, pelo cooperativismo, apoio e troca de saberes, em especial Laila Amuda, Fernanda Leite, Adelson Lemes, Isáira Leite, Kelly Guimarães, Natielle Cordeiro, Hyngrid Félix, Paulo Castilho, Raul Assunção, Matheus Luz, Samuel Abade e Lucas Rafael. É uma alegria aprender e contar com o apoio de todos vocês.

À equipe do Viveiro Florestal, em especial José Pedro, Adriano Alves e Jorge Correa, que me acompanharam e ajudaram no desenvolvimento de meus trabalhos em campo.

À Mayara Lima e Beatriz Souza por dividirem um lar comigo. Grata por todo cuidado e fraternidade familiar que compartilhamos. É bom sentir que estamos em casa.

À Mayara Negreiros, que embarcou junto comigo nessa jornada, e à sua família representada pela Marli Negreiros e Marilene Lustosa por todo carinho e atenção.

Gratidão à família Lima, representada pela Maria Lima, por sempre estarem comigo em todos os momentos que precisei sorrir e me sentir bem. Fico feliz por poder conviver com vocês.

À professora Ana Paula Donicht e Cassio Rafael, por terem me apoiado em todas as minhas conquistas. Saibam que sempre lembrarei da base de conhecimento e dedicação, fornecida durante a graduação, que me ajudaram a chegar até aqui.

A todos os amigos formados em Minas Gerais, em especial Cléovis Mendes e à Julie Kennya. E aos amigos e conterrâneos irituienses e ao IVISAM, que me apoiaram e me apoiam em todas as minhas conquistas. Estou feliz e grata por todo carinho recebido.

RESUMO GERAL

O trabalho foi dividido em duas partes: a primeira corresponde à abordagem geral do tema estudado e a segunda parte à elaboração de dois artigos. O objetivo geral consistiu em avaliar o potencial de propagação vegetativa via miniestaquia de progênies de *Cordia trichotoma*. A pesquisa foi desenvolvida no Viveiro Florestal da Universidade Federal de Lavras, em Lavras - MG. Para a segunda parte, foram instalados dois experimentos, sendo que o primeiro (Artigo 1) avaliou o estabelecimento e a produtividade de um minijardim seminal de quatro progênies (P04, P12, P28 e P33) de *C. trichotoma*, durante quatro coletas de brotações realizadas entre os meses de junho de 2024 e setembro de 2024. O segundo (Artigo 2) avaliou a propagação das progênies de *C. trichotoma* via miniestaquia em duas coletas de brotações no minijardim durante os meses de agosto de 2024 e setembro de 2024, sendo confeccionadas miniestacas apicais e intermediárias. Como principais resultados, no minijardim, a sobrevivência das minicepas foi acima de 80% ao longo dos meses de coleta. As progênies apresentaram maior produção de miniestacas apicais. Há um aumento na produção de brotações emitidas por minicepa a partir de agosto. A produtividade m^{-2} mês variou entre as progênies e o mês de coleta. O comprimento médio das brotações não apresentou diferenças significativas entre as progênies e o mês de coleta. No Artigo 2, as miniestacas intermediárias apresentaram maiores percentuais de sobrevivência durante todos os meses de coleta. Quanto ao enraizamento, os maiores valores médios foram alcançados pelas progênies P04 e P28. O mês de setembro proporcionou melhores percentuais de enraizamento para as progênies P04, P12 e P28. Na formação de calos, o mês de agosto proporcionou os maiores percentuais com miniestacas intermediárias. Para emissão de brotações, destacam-se as miniestacas intermediárias com maiores percentuais, tendo o mês de setembro proporcionado maiores valores médios. De modo geral, as variáveis analisadas em ambos os artigos, variam de acordo com a progênie, tipo de miniestaca e mês de coleta. Para o Artigo 1, conclui-se que todas as progênies, até a quarta coleta, mantém o percentual de sobrevivência elevado. As progênies P12, P28 e P33 apresentam maior produtividade m^{-2} mês. Para o Artigo 2, conclui-se que as progênies P04, P12 e P28 atreladas ao mês de setembro, mostram-se com maior potencial para propagação via miniestaquia, principalmente quando se faz o uso de miniestacas intermediárias.

Palavras-chave: silvicultura clonal; enraizamento adventício; minijardim seminal.

GENERAL ABSTRACT

The work was divided into two parts: the first corresponds to the general approach to the subject studied and the second to the preparation of two articles. The general objective was to evaluate the potential of *Cordia trichotoma* progenies for vegetative propagation via mini-cutting. The research was carried out at the Forest Nursery of the Federal University of Lavras, in Lavras - MG. For the second part, two experiments were set up, the first of which (Article 1) assessed the establishment and productivity of a mini-seedling garden of four progenies (P04, P12, P28 and P33) of *C. trichotoma*, during four shoot collections carried out between June 2024 and September 2024. The second (Article 2) evaluated the propagation of *C. trichotoma* progenies via mini-stem cuttings in two shoot collections in the mini-garden during the months of August 2024 and September 2024, using apical and intermediate mini-cuttings. As the main results, in the mini-garden, the survival of the mini-stumps was above 80% over the months of collection. The progenies showed greater production of apical mini-cuttings. There was an increase in the production of shoots per mini-stumps from August onwards. The productivity m^{-2} month varied between the progenies and the month of collection. The average length of the shoots did not differ significantly between the progenies and the month of collection. In Article 2, the intermediate mini-cuttings showed the highest survival rates during all the collection months. As for rooting, the highest average values were achieved by progenies P04 and P28. September provided the best rooting percentages for progenies P04, P12 and P28. In terms of callus formation, August provided the highest percentages with intermediate mini-cuttings. In terms of sprouting, the intermediate mini-cuttings stood out with the highest percentages, and the month of September provided the highest average values. In general, the variables analyzed in both articles vary according to the progeny, type of mini-progeny and month of collection. For Article 1, it can be concluded that all the progenies, up to the fourth collection, maintained a high percentage of survival. Progenies P12, P28 and P33 have the highest productivity m^{-2} month. For Article 2, it can be concluded that the progenies P04, P12 and P28, linked to the month of September, show the greatest potential for propagation via mini-cutting, especially when intermediate mini-cuttings are used.

Keywords: clonal silviculture; adventitious rooting; seedling mini-garden.

INDICADORES DE IMPACTO

A realização da presente pesquisa com a espécie *Cordia trichotoma* contribui para o desenvolvimento e aprimoramento de conhecimentos sobre produção e manejo dos recursos florestais nativos, principalmente dos biomas Mata Atlântica e Cerrado, com impactos positivos para o desenvolvimento socioeconômico, ambiental, educacional e de tecnologias de produção, tal como para o avanço científico que favoreçam o manejo sustentável das florestas de produção e conservação. Com apoio de docentes, discentes e técnicos do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras – UFLA e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG (Processo APQ-05543-24), a pesquisa também contribui com a difusão de conhecimentos acerca da adoção de técnicas de propagação que viabilizam a produção em massa e melhoramento genético de espécies florestais nativas, como a *C. trichotoma*, que são fontes de produtos florestais madeireiros e não madeireiros e que contribuem com a mitigação das mudanças climáticas, sequestro de carbono, restauração e recuperação de ecossistemas. A sua realização se alinha aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU) que promovem ações contra mudança global do clima (ODS 13), gestão sustentável das florestas (ODS 15) e educação e formação técnica (ODS 4). Além de possibilitar a integração entre academia e sociedade, a pesquisa contribui com desenvolvimento de estratégias e protocolos de produção das espécies florestais nativas, fortalecendo o manejo sustentável e o desenvolvimento socioambiental do setor florestal.

IMPACT INDICATORS

This research on the *Cordia trichotoma* species contributes to the development and improvement of knowledge on the production and management of native forest resources, especially in the Atlantic Forest and Cerrado biomes, with positive impacts on socio-economic, environmental, educational and production technology development, as well as scientific advances that favor the sustainable management of production and conservation forests. With the support of teachers, students and technicians from the Department of Forestry Sciences at the Federal University of Lavras (UFLA) and the Minas Gerais State Research Foundation (FAPEMIG) (Process APQ-05543-24), the research also contributes to the dissemination of knowledge about the adoption of propagation techniques that enable mass production and genetic improvement of native forest species, such as *C. trichotoma*, which are sources of sustainable forestry. *trichotoma*, which are sources of timber and non-timber forest products and contribute to climate change mitigation, carbon sequestration, ecosystem restoration and recovery. This is in line with the United Nations (UN) Sustainable Development Goals (SDGs), which promote action against global climate change (SDG 13), sustainable forest management (SDG 15) and education and technical training (SDG 4). As well as enabling integration between academia and society, the research contributes to the development of production strategies and protocols for native forest species, strengthening sustainable management and the socio-environmental development of the forestry sector.

LISTA DE FIGURAS

SEGUNDA PARTE – ARTIGO 1 E 2

ARTIGO 1 - ESTABELECIMENTO E PRODUTIVIDADE DO MINIJARDIM SEMINAL DE PROGÊNIES DE *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud.

Figura 1 - Localização das matrizes selecionadas de <i>C. trichotoma</i>	36
Figura 2 - Coleta (A), armazenamento (B) e beneficiamento (C) das sementes de <i>C. trichotoma</i>	37
Figura 3 - Plântulas de <i>C. trichotoma</i> após a repicagem para tubetes.....	37
Figura 4 - Quebra da dominância apical (A) e redução da área foliar (B) em minicepas de <i>C. trichotoma</i>	39
Figura 5 - Valores médios do percentual de sobrevivência de minicepas das progênies de <i>C. trichotoma</i> , em função do mês de coleta.	41
Figura 6 - Valores médios mensais para o número de miniestacas apicais e intermediárias de <i>C. trichotoma</i> , coletadas por minicepa.	43
Figura 7 - Valores médios de miniestacas coletadas por minicepas das progênies de <i>C. trichotoma</i> , em função do mês de coleta.	44
Figura 8 - Valores médios do número de miniestacas de <i>C. trichotoma</i> coletadas por metro quadrado ao mês (miniestacas m ⁻² mês) nas minicepas das progênies P04, P12, P28, e P33, em cada mês de coleta.	46
Figura 9 - Valores médios do número de miniestacas apicais e intermediárias de <i>C. trichotoma</i> coletadas por metro quadrado ao mês (miniestacas m ⁻² mês) nas minicepas das progênies P04, P12, P28, e P33 em cada mês de coleta.....	48

ARTIGO 2 - MINIAQUA DE PROGÊNIES DE *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud.

Figura 1 - Representação da etapa de coleta de brotações, preparo e estaqueamento das miniestacas apicais e intermediárias de <i>C. trichotoma</i> , seguida pela alocação em casa-de-vegetação.	57
Figura 2 - Valores médios para o percentual de sobrevivência de miniestacas apicais e intermediárias de <i>C. trichotoma</i> , aos 60 dias após o estaqueamento, em função do mês de coleta.....	59
Figura 3 - Tombamento de miniestaca apical (A) de <i>C. trichotoma</i> , seguido pela desintegração dos tecidos, cinco dias após o estaqueamento (B).....	60
Figura 4 - Valores para o percentual de enraizamento das miniestacas apicais e intermediárias de <i>C. trichotoma</i> , para diferentes progênies, após 60 dias do estaqueamento em casa-de-vegetação.	62
Figura 5 - Valores médios para o percentual de enraizamento das miniestacas de <i>C. trichotoma</i> , em função de diferentes progênies e mês de coleta, aos 60 dias após o estaqueamento em casa-de-vegetação.	64
Figura 6 - Valores médios do percentual de miniestacas apicais e intermediárias de <i>C. trichotoma</i> com calos, em função do mês de coleta, aos 60 dias após o estaqueamento em casa-de-vegetação.....	66
Figura 7 - Presença de calos nas miniestacas das progênies de <i>C. trichotoma</i> coletadas no mês de agosto, 60 dias após o estaqueamento.	67
Figura 8 - Valores médios do percentual de miniestacas apicais e intermediárias de <i>C. trichotoma</i> com brotações, aos 60 dias após o estaqueamento em casa-de-vegetação.	69
Figura 9 - Valores médios para brotações de miniestacas das progênies de <i>C. trichotoma</i> , em função do mês de coleta, aos 60 dias após o estaqueamento em casa-de-vegetação.	71

LISTA DE TABELAS

SEGUNDA PARTE – ARTIGO I E II

ARTIGO I - ESTABELECIMENTO E PRODUTIVIDADE DO MINIJARDIM SEMINAL DE PROGÊNIES DE *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud.

Tabela 1 - Fontes de nutrientes utilizadas no preparo de solução nutritiva para fertirrigação do minijardim seminal de *C. trichotoma*.38

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para sobrevivência das minicepas das progênies de *C. trichotoma* no minijardim seminal, em função dos meses de coleta.40

Tabela 3 - Resumo da análise de variância para o número médio de miniestacas obtidas em minicepas de *C. trichotoma*, em função das progênies, tipo de miniestaca e mês de coleta....42

Tabela 4 - Resumo da análise de variância da produtividade de miniestacas (miniestacas m⁻² mês) de *C. trichotoma*, em função das progênies, tipo de miniestaca e mês de coleta.45

ARTIGO 2 – MINIESTAQUIA DE PROGÊNIES DE *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para o percentual de sobrevivência (SOB), percentual de enraizamento (ENR), percentual de calos (CALO) e percentual de brotações (BROTA) nas miniestacas de *C. trichotoma*, após 60 dias de estaqueamento, em função das progênies, tipo de miniestaca e mês de coleta.58

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE	12
1 INTRODUÇÃO GERAL	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 Caracterização da espécie	13
2.2 Fatores que influenciam na propagação das plantas	15
2.3 Propagação vegetativa	19
REFERÊNCIAS	24
SEGUNDA PARTE – ARTIGOS 1 E 2	32
ARTIGO 1 - ESTABELECIMENTO E PRODUTIVIDADE DO MINIJARDIM SEMINAL DE PROGÊNIES DE <i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. ex Steud.	32
1 INTRODUÇÃO	34
2 MATERIAL E MÉTODOS	35
2.1 Área de instalação do experimento	35
2.2 Coleta de sementes e produção de mudas	35
2.3 Estabelecimento do minijardim seminal	38
2.4 Variáveis analisadas	39
2.5 Processamento e análise dos dados	40
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4 CONCLUSÕES	49
REFERÊNCIAS	49
ARTIGO 2 – MINIESTAQUIA DE PROGÊNIES DE <i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. ex Steud.	52
1 INTRODUÇÃO	54
2 MATERIAL E MÉTODOS	55
2.1 Área de instalação do experimento	55
2.2 Coleta e enraizamento das miniestacas	56
2.3 Variáveis analisadas	57
2.4 Processamento e análise dos dados	57
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	58
4 CONCLUSÕES	72
REFERÊNCIAS	72

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO GERAL

A espécie *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., conhecida popularmente como louro-pardo, ou ipê-bravo em determinadas regiões de Minas Gerais, destaca-se como uma das espécies florestais nativas com grande potencial para fins comerciais e conservacionistas, com destaque para a produção de madeira de alta qualidade (Carvalho, 2006).

A produção de mudas da espécie é comumente realizada via o uso de sementes, entretanto, isso tem sido limitado uma vez que elas possuem germinação lenta e irregular, além de promover o estabelecimento de plantios com alta variabilidade (Carvalho, 2003). O uso da propagação vegetativa vem sendo testado como alternativa à sua produção comercial.

A propagação vegetativa inicia-se por meio da seleção de genótipos superiores, sendo aqueles que apresentam as características de interesse, e, consecutivamente, a clonagem massal dos indivíduos. Dentre as técnicas de propagação, como enxertia, estaquia e micropropagação, destaca-se a miniestaquia, que é amplamente utilizada na clonagem das espécies do gênero *Eucalyptus* (Brondani *et al.*, 2014). Tal técnica se baseia na utilização de propágulos provenientes de plantas, denominadas de minicepas, clonadas ou de plantas de origem seminal, sendo estabelecidas em ambientes denominados de minijardim clonal e, ou seminal (Xavier; Wendling; Silva, 2021).

Na miniestaquia, o estabelecimento bem-sucedido de um minijardim apresenta-se como uma etapa fundamental para garantir a obtenção de propágulos em quantidade e qualidade necessárias para atender à demanda do mercado. Para isso, ressalta-se a importância de monitorar e avaliar o estabelecimento dos minijardins durante toda a fase de produção e crescimento das fontes dos propágulos. Além disso, a multiplicação massal das espécies com maior potencial de propagação vegetativa está diretamente ligada à seleção de genótipos superiores, que apresentem maior percentual de enraizamento e vigor no desenvolvimento das mudas e que permitam a otimização do uso dos recursos disponíveis (Xavier; Wendling; Silva, 2021)

Pesquisas realizadas com algumas espécies florestais nativas, como leiteiro (*Sapium glandulatum* (Vell.) Pax) (Ferreira *et al.*, 2010) e ipê-amarelo (*Handroanthus chrysotrichus*) (Oliveira *et al.*, 2020b) vêm demonstrando o potencial da adoção da técnica de propagação via miniestaquia na produção de mudas.

De modo geral, o sucesso da propagação é determinado pela capacidade que os propágulos têm de estabelecer raízes adventícias. Diversos fatores endógenos e exógenos à planta matriz podem influenciar no potencial de enraizamento adventício das espécies, tais como genótipos utilizados, manejo e capacidade produtiva das minicepas, grau de juvenilidade e origem dos propágulos, posição de coleta e tipo de propágulos, substâncias promotoras e inibidoras do enraizamento, condições ambientais como luminosidade, temperatura, umidade, substrato, nutrição, entre outros fatores (Hartmann *et al.*, 2011; Oliveira *et al.*, 2016b)

Apesar do potencial e eficácia da adoção da técnica de propagação via miniestaquia, principalmente com espécies exóticas, para espécies florestais nativas como o louro-pardo, esta técnica ainda não apresenta protocolos bem-sucedidos, conforme observado por Bisognin *et al.* (2020), Faganello *et al.* (2015) e Kielse *et al.* (2015), principalmente no que se refere à seleção de genótipos superiores com alto potencial de enraizamento adventício, fazendo-se necessário a realização de novos estudos que visem à melhoria das técnicas aplicadas associadas ao processo produtivo dos propágulos.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o uso da propagação vegetativa via miniestaquia em progênies da espécie nativa *C. trichotoma*.

Este trabalho está dividido em duas partes. A primeira parte aborda a contextualização sobre a espécie e os fatores intrínsecos da técnica de propagação vegetativa utilizada na pesquisa. A segunda parte constitui-se de dois artigos. O Artigo 1 é dedicado à avaliação do estabelecimento de um minijardim seminal de progênies de *C. trichotoma*, e o Artigo 2 é dedicado à avaliação do potencial de enraizamento adventício das progênies de *C. trichotoma* por meio da técnica de miniestaquia.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Caracterização da espécie

A espécie *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., vulgarmente conhecida como louro-pardo, louro, ipê-louro, louro-batata, louro-da-serra, louro-amargoso, entre outros, é nativa e pertence à família Boraginaceae e possui ampla distribuição geográfica nos biomas brasileiros, sendo encontrada principalmente em regiões de Mata Atlântica, Caatinga e Cerrado (Radomski; Porfírio-da-Silva; Cardoso, 2012). A espécie possui importantes características de interesse econômico e ambiental, podendo ser utilizada em programas de reflorestamento para recuperação de áreas degradadas, arborização urbana, paisagismo, sistemas apícolas e silviagrícolas (Antonelli *et al.*, 2015; Carvalho, 2006).

É considerada como uma espécie semi-heliófila, do grupo sucessional das secundárias iniciais. Na fase de produção de mudas, é tolerante à sombra de média intensidade. A cultura é exigente em solos com média a alta fertilidade, bem drenados, com textura que varia de franca à argilosa. Possui crescimento moderado, podendo alcançar altura e diâmetro médio em torno de 35 m e 100 cm, respectivamente, em idade adulta (Carvalho, 2003; Grings; Brack, 2011). O comportamento silvicultural da espécie ainda é pouco conhecido, principalmente em relação ao crescimento dos indivíduos plantados e à identificação de progênies mais produtivas (Carvalho, 2006). Tem capacidade de rebrotar da cepa e formar brotações de raízes superficiais (Radomski; Porfírio-da-Silva; Cardoso, 2012).

A madeira é considerada moderadamente densa ($0,43 \text{ g cm}^{-3}$ a $0,78 \text{ g cm}^{-3}$) com superfície lustrosa, textura áspera grosseira com boa resistência à flexão e estabilidade. Possui ótimos atributos estéticos e decorativos, sendo empregada na construção de móveis de luxo, revestimentos decorativos, construção civil, carpintaria, marcenaria, entre outros usos. O maior incremento volumétrico (IMA) registrado foi de $9,65 \text{ m}^3 \text{ há ano}^{-1}$, aos dez anos de idade, em espaçamento de $2,5 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}$ e $10,7 \text{ m}^3 \text{ há ano}^{-1}$ em plantio com cinco anos de idade (Carvalho, 2003; Grings; Brack, 2011).

O tronco da árvore caracteriza-se por ser reto e cilíndrico, com fuste bem definido até 15 m de altura, apresentando ramificações do tipo monopodial quando jovem. Possui casca relativamente grossa de coloração cinza-clara a castanho-acinzentada, áspera, sulcada com fissuras longitudinais. Sua copa é densifoliada e arredondada alcançando até 8 m de diâmetro, com folhas simples, alternas espiraladas com base aguda, ápice acuminado e com limbo de 7 a 17 cm de comprimento e 3 a 8 cm de largura em coloração distinta, além de pilosidade (Carvalho, 2003).

Suas flores são perfumadas, com até 2 cm de comprimento, ramificadas, multifloras, vistosas, apresentando uma coloração branca e posteriormente parda. Os frutos da espécie são secos e pouco espessados com cálice e corola persistente, e coloração castanha. Seu tamanho atinge cerca de 8 a 13 mm de comprimento e 3 a 4 mm de largura. Suas folhas são utilizadas na medicina popular para o tratamento de reumatismo, artrite, raquitismo e doenças renais (Agra; Freitas; Barbosa-Filho, 2007).

As sementes são elipsoidais, com 6 mm de comprimento e 2 mm de diâmetro e apresentam dispersão anemocórica (Carvalho, 2003), com perda de viabilidade quando armazenadas em ambiente não controlado. A espécie possui germinação epígea, lenta, podendo levar de 32 a 112 dias para germinar (Carvalho, 2003). De acordo com Oliveira *et al.*

(2016a), a semeadura das sementes de louro pardo deve ser feita em canteiros com 100% de areia lavada peneirada, coberta com uma camada de vermiculita 0,5 a 1,0 cm.

Quanto à biologia reprodutiva, a espécie é uma planta alógama, tendo as abelhas como vetores de polinização. Floresce de fevereiro a abril, enquanto a maturação dos frutos ocorre de maio a julho e a dispersão de sementes entre setembro e outubro. Em relação à produção de mudas da espécie, essa pode ser feita de forma sexuada e assexuada (Carvalho, 2003; Grings; Brack, 2011).

Em relação à variação genética da espécie, o controle genético e os ganhos esperados com a seleção dentro de progênies, Freitas *et al.* (2006) ressaltam que há variação genética significativa entre progênies com base nas variáveis altura, diâmetro, forma e volume, destacando a possibilidade de ganhos genéticos com a seleção dos indivíduos. Radomski *et al.* (2012) observaram variabilidade no crescimento das variáveis altura e diâmetro de indivíduos de *C. trichotoma* em sistemas agroflorestais, sugerindo que a não definição do controle genético do material originário das progênies ocasionou essa variabilidade.

2.2 Fatores que influenciam na propagação das plantas

O sucesso de um empreendimento florestal, seja ele para fins comerciais ou conservacionistas, depende, entre outros fatores, da qualidade das mudas produzidas, sejam elas seminais ou clonais (Araujo *et al.*, 2018; Trazzi *et al.*, 2013). Na propagação vegetativa, o principal objetivo está no alcance da reprodução em massa dos indivíduos, com garantia da permanência das características de interesse. Logo, diversos fatores endógenos e exógenos ligados à planta de interesse podem influenciar no potencial de propagação (Xavier; Wendling; Silva, 2021).

De modo geral, a qualidade das mudas produzidas é influenciada por uma série de fatores e condições que são estabelecidas durante a sua produção, tais como o uso de técnicas de propagação, uso de recipientes adequados, condições fisiológicas da planta, sanidade, irrigação, substrato, sazonalidade, tipo de propágulo, e principalmente pelo material genético selecionado (Araujo *et al.*, 2018; Kormanek *et al.*, 2021; Stuepp *et al.*, 2018).

A seleção de propágulos com características superiores, considerando alto vigor e qualidade fitossanitárias, poderá influenciar no desenvolvimento das mudas durante a fase de viveiro e estabelecimento em campo. Além disso, as condições de manejo, procedência, técnicas de propagação e potencial genético dos indivíduos determinarão o sucesso da produção de mudas com alto padrão de qualidade (Gomes; Paiva, 2011).

Na propagação vegetativa, a forma de coleta dos materiais vegetais tem grande influência sobre o sucesso da multiplicação dos indivíduos. Para espécies lenhosas o enraizamento adventício é buscado principalmente por meio de estacas em que se deve observar a resistência e a posição de coleta dos materiais, condição essa que poderá acarretar diferentes respostas no processo de enraizamento adventício. Esse comportamento está relacionado com o ciclo de desenvolvimento das plantas e ao seu grau de maturação fisiológica (Rickli *et al.*, 2015; Wendeling; Xavier, 2001).

O uso de propágulos de regiões apicais e basais na planta possibilitam a maximização da obtenção de matérias a serem propagados. Entretanto, há uma grande variação na resposta de diferentes espécies quanto ao percentual de enraizamento que dependerá do tipo de material confeccionado (Benin *et al.*, 2013).

Por apresentar síntese natural de auxinas e menor grau de lignificação em seus tecidos, as miniestacas apicais têm sido mais eficazes no enraizamento adventício quando comparadas às intermediárias (Borges *et al.*, 2011; Melo; Davide; Teixeira, 2012). No entanto, a formação de raízes adventícias é influenciada por uma série de fatores que dependendo do genótipo propagado, poderá responder de forma diferente ao convencional, conforme observado por Silva *et al.* (2010), situação em que a espécie *Calophyllum brasiliense* não apresentou diferenças significativas para o percentual de enraizamento de miniestacas apicais e intermediárias, o que possibilita maior aproveitamento das brotações disponíveis.

Estudos têm demonstrado a influência da sazonalidade sobre o percentual de sobrevivência e enraizamento adventício dos materiais genéticos, condicionado principalmente à variação das condições ambientais, tais como temperatura e fotoperíodo, que influenciam nas atividades metabólicas dos materiais a serem propagados (Melo *et al.*, 2011; Peña; Zanette; Biasi, 2015). O acúmulo de reservas nutritivas, como carboidratos, ativação da síntese proteica, balanço hormonal, entre outros fatores, são diretamente influenciados pelas condições ambientais nas diferentes épocas de coleta dos propágulos. Portanto, a identificação da época mais favorável ao enraizamento e sobrevivência dos indivíduos nos diferentes períodos do ano contribuirá para a adoção de estratégias de manejo mais eficientes (Brondani *et al.*, 2010).

Alguns fatores como a genética das plantas, considerando sua origem, herança e variabilidade, estado fisiológico, nível de hormônios vegetais e atividade enzimática, vigor da planta, qualidade dos propágulos utilizados, manejo dos minijardins seminais e clonais, e condições de enraizamento também influenciarão direta e indiretamente na qualidade das mudas (Xavier; Wendling; Silva, 2021).

No que se refere às condições de manejo, a água é um dos elementos essenciais para o desenvolvimento das espécies, com atuação direta sobre suas reações metabólicas e, portanto, considerada como um fator limitante para o desenvolvimento e sobrevivência dos indivíduos (Taiz; Zeiguer, 2013). Nos sistemas de propagação vegetativa em casa-de-vegetação, mantém-se um padrão de umidade relativa do ar (UR) maior ou igual a 80% para a maioria das espécies, a fim de evitar a desidratação dos tecidos caulinares e foliares dos materiais propagados durante o enraizamento (Xavier; Wendling; Silva, 2021). Em casa-de-vegetação, os experimentos com a espécie *C. trichotoma* têm sido estabelecidos com umidade relativa média de aproximadamente 85% para um melhor enraizamento (Bisognin *et al.*, 2020; Kielse *et al.*, 2013).

Em relação à luminosidade, é importante ressaltar que o desenvolvimento das espécies florestais está ligado à sua capacidade fotossintética, que dependerá, principalmente, das condições de luminosidade às quais os indivíduos estão sujeitos (Taiz *et al.*, 2017). A *C. trichotoma* é uma espécie tolerante ao sombreamento, com boa adaptabilidade a ambientes com 50% de sombreamento (Carvalho, 2003; Zanuncio; Stefanello; Lima, 2020). Já em um estudo em viveiro com a espécie em sombreamento de 0% e 80%, Firmino *et al.* (2021), constataram que a *C. trichotoma* apresenta plasticidade morfológica com melhor desenvolvimento em condições de maior luminosidade.

Outro fator que deve ser considerado refere-se à temperatura estabelecida para cada espécie, considerando que para determinadas espécies, baixas temperaturas podem reduzir a permeabilidade das membranas celulares e a respiração celular, o que causa a redução do acúmulo de sais e, conseqüentemente, a menor atuação do mecanismo de absorção de nutrientes. Por outro lado, para outras espécies, altas temperaturas interferem diretamente sobre os processos fotossintéticos e o fechamento dos estômatos, afetando o mecanismo de transpiração das plantas e suas reações bioquímicas (Taiz; Zeiger, 2013).

A maioria das espécies arbóreas, a temperatura ideal para germinação de sementes varia entre 25 °C (para espécies dos biomas Cerrado e Mata Atlântica) e 30 °C (para espécies do bioma Amazônia) (Brancalion; Novembre; Rodrigues, 2010). A *C. trichotoma* apresenta bom desenvolvimento em áreas sem geadas rigorosas e com temperatura média anual superior a 18 °C (Carvalho, 2003). Na propagação vegetativa a variação de temperatura é estabelecida entre 25 °C e 35 °C para a maioria das espécies. A temperatura média adotada na propagação vegetativa via estaquia e miniestaquia para a *C. trichotoma* está em torno de 27 °C (Kielse *et al.*, 2013) e 34 °C (Avinio *et al.*, 2022).

Além dos fatores ambientais, é importante considerarmos a adoção de técnicas que favoreçam o desenvolvimento das espécies, como a escolha correta dos recipientes e meios de cultivos. O recipiente tem como função armazenar o substrato em quantidade suficiente para que as plantas consigam se desenvolver durante a fase de produção (Fermino; Mieth, 2018). Recipientes maiores tendem a proporcionar melhor qualidade às mudas, uma vez que, segundo Lima Filho *et al.* (2019), esses podem conter mais substrato e espaço para o desenvolvimento do sistema radicular. Entretanto, recipientes menores minimizam os custos de produção, transporte e distribuição em campo.

Atualmente, os tubetes de polipropileno e sacos de polietileno são os recipientes mais utilizados na produção de mudas arbóreas. Porém, o tipo e o tamanho do recipiente variam de acordo com o crescimento da espécie e o destino das mudas (reflorestamento, florestamento e/ou arborização urbana) (Fermino; Mieth, 2018).

Em um estudo realizado por Malavasi e Malavasi (2006), os autores observaram que o crescimento inicial das mudas de *C. trichotoma* em tubetes de 120, 180 e 300 cm³ foi similar e que ambos apresentam alto desenvolvimento da altura e diâmetro da espécie sendo possível optar pela utilização do tubete com capacidade volumétrica de 120 cm³ visando a redução do uso do espaço no viveiro e dos custos de produção. Em outro estudo desenvolvido por Avinio *et al.* (2022), o uso de tubetes com 110 cm³ foi eficiente na produção da espécie *C. trichotoma*.

Em relação ao meio de cultivo, atualmente existem diversos materiais empregados na formulação de substratos, que podem ser compostos por um único material ou pela combinação de diferentes tipos de materiais, podendo ser de natureza inerte ou orgânica, tais como a vermiculita, o carvão vegetal, a fibra de coco, a casca de pinus e de eucalipto, a casca de arroz semicarbonizada, a casca de café, entre outros materiais (Almeida *et al.*, 2021; Cunha *et al.*, 2022; Fermino; Mieth, 2018; Silva *et al.*, 2020; Wendling; Dutra, 2017). É importante que eles apresentem características físicas e químicas favoráveis ao desenvolvimento das espécies, como boa drenagem e retenção de nutrientes, além de considerar o viés econômico (Araujo *et al.*, 2018).

Para as espécies do gênero *Eucalyptus*, o uso de casca de arroz e vermiculita tem se mostrado promissor na produção de mudas clonais (Schumacher; Vieira, 2015). Para a espécie *C. trichotoma*, Avinio *et al.* (2022) observaram que a combinação de substrato formulado a partir de casca de pinus, casca de arroz carbonizada e vermiculita proporcionou melhor qualidade das mudas em termos de diâmetro do caule e altura aos 60 dias de cultivo

em estufa. Outros materiais como fibra de coco (Silva *et al.*, 2021) também têm sido utilizados na propagação da espécie.

Outro aspecto que devemos considerar se refere à nutrição das culturas, em que a quantidade e o tipo de nutriente disponível às plantas implicarão no seu desenvolvimento. Cunha *et al.* (2023) observaram que doses de 0,08 g L de cloreto de potássio (KCl) e 0,12 g L de fosfato monoamônico (MAP) proporcionaram maior crescimento para mudas de *C. trichotoma*. Berghetti *et al.* (2016), recomendam a aplicação de 7,5 g L de Osmocote de formulação N-P-K (15-09-12) para a espécie.

Em relação aos métodos de produção aplicados às espécies, temos o uso de sementes e, ou propagação vegetativa (Kozen *et al.*, 2018). A propagação seminal é uma das técnicas mais utilizadas na produção de mudas nativas, no entanto, o uso de sementes na produção de algumas espécies florestais tem sido dificultadas devido a não padronização dos diferentes métodos de produção, análise da qualidade fitossanitária, baixo percentual de germinação, má formação de plântulas, anomalias hereditárias, entre outros fatores (Nascimento, 2012).

Para *C. trichotoma*, Felippi *et al.* (2012) obtiveram 40% de germinação e 26% de emergência em sementes da espécie. Berghetti *et al.* (2015), observaram valores médios para germinação da espécie variando entre 53% e 65%, com início a partir do 18º dia de instalação do experimento.

Berghetti *et al.* (2015), avaliando a morfologia de plântulas e controle de patógenos em sementes de *C. trichotoma*, verificaram que as sementes da espécie apresentavam alta umidade (63,4%) e ocorrência de *Fusarium* spp., condições essas que podem comprometer a manutenção da viabilidade das sementes, tal como o vigor das plântulas, comprometendo a produção de mudas de qualidade.

Quanto aos avanços tecnológicos das técnicas de propagação vegetativa, ainda há carência de estudos sobre a definição de protocolos eficientes para espécies nativas, ou seja, que identifique o melhor método de produção das espécies considerando a qualidade produtiva e os custos de produção (Bernardi *et al.*, 2012).

2.3 Propagação vegetativa

A propagação vegetativa, também conhecida como propagação assexuada, se baseia no princípio da totipotência, em que todas as células vivas têm a capacidade de reproduzir um organismo inteiro, geneticamente igual à planta mãe, desde que possuam informações genéticas e condições necessárias para que ocorram as mudanças morfológicas e genéticas que darão origem aos novos indivíduos (Faganello *et al.*, 2015). A totipotência ocorre por

meio do processo de desdiferenciação, em que uma célula diferenciada retorna ao seu estado meristemático para adquirir nova competência dentro da planta (Xavier; Wendling; Silva, 2021).

Para iniciarmos a propagação de um tecido vegetal, é necessário considerarmos a sua idade fisiológica e ontogenética, aspectos esses que condicionarão o processo de enraizamento dos propágulos. A idade ontogenética está relacionada com o processo de maturação da planta (sucessivas fases de desenvolvimento, como embriogênese, germinação, crescimento vegetativo e sexual, senescência) em que, quanto mais juvenil a fonte do propágulo, maior o seu potencial de enraizamento adventício. Já a idade fisiológica está relacionada ao vigor da planta adquirido ao longo da sua idade cronológica (Wendling; Xavier, 2001).

Além de considerarmos o gradiente de juvenilidade, empregar recursos e condições que potencializem o enraizamento adventício dos tecidos vegetais, como a aplicação de reguladores de crescimento, torna-se essencial para se obter sucesso na propagação. As auxinas, como o ácido indol-3-butírico (AIB), o ácido naftalenacético (ANA) e o ácido indol-3-acético (AIA) atuam diretamente sobre as divisões celulares e diferenciação das células para formação de raízes adventícias. As citocininas, como a benzilaminopurina (BAP), atuam na multiplicação celular e estimulam a emissão de brotações pelas gemas axilares. A proporção dos reguladores de crescimento, que varia entre espécies, material genético, maturação do tecido e forma de aplicação, é essencial para determinar o desenvolvimento das plantas (Xavier; Wendling; Silva, 2021).

Estudos realizados com espécies de interesse comercial dos gêneros *Eucalyptus* (Brondani *et al.*, 2010; Gallo *et al.*, 2017), *Khaya* (Azevedo *et al.*, 2021), *Lecythis* (Sant'Ana *et al.*, 2023), *Handroanthus* (Oliveira *et al.*, 2015), *Araucaria* (Maggioni *et al.*, 2020) entre outros, têm demonstrado a influência dos reguladores no potencial rizogênico das espécies.

No setor florestal, a propagação vegetativa é estabelecida principalmente para as espécies do gênero *Eucalyptus*, o que permitiu a clonagem das espécies em escala comercial (Brondani *et al.*, 2014). Dentre as principais vantagens da propagação vegetativa, temos a obtenção de indivíduos idênticos à planta mãe, obtendo-se plantios mais uniformes e com alta produtividade, indivíduos selecionados mais resistentes a pragas e doenças e adaptados a diferentes condições edafoclimáticas. Como principais técnicas de propagação vegetativa de espécies florestais, temos a enxertia e a estaquia, essa última dividida em macroestaquia (estaquia) microestaquia e miniestaquia (Ferrari; Grossi; Wendling, 2004).

A enxertia caracteriza-se pela união de tecidos vegetais de duas plantas, formando um único indivíduo. A parte inferior da planta é chamada de porta-enxerto e tem como função absorver água e nutrientes e fazer a fixação ao meio de cultivo. A parte superior é chamada de enxerto e desempenha as funções do caule e da copa, como fotossíntese, frutificação e florescimento. Essa técnica é comumente realizada por meio da garfagem ou borbúlia (Xavier; Wendling; Silva, 2021). Estudos com baruzeiro (*Dipteryx alata*) (Lima *et al.*, 2023), atemoieira (*Annona squamosa* L. x *Annona cherimola*) (Leite *et al.*, 2013), araucária (*Araucaria angustifolia*) (Constantino; Zanette, 2018) e outras, têm demonstrado o potencial de adoção da enxertia na propagação dos indivíduos.

Quanto à macroestaquia, essa se caracteriza pelo estaqueamento de uma parte da planta-matriz, como folhas, ramos, caule ou raízes, em meio adequado, para enraizamento adventício e desenvolvimento da parte aérea. É considerada como uma das principais técnicas de propagação vegetativa de materiais selecionados, devido à sua aplicação técnica operacional e baixo custo quando comparada às outras técnicas (Xavier; Wendling; Silva, 2021).

A macroestaquia é amplamente utilizada para produção de espécies com alto valor comercial como as espécies do gênero *Eucalyptus*. Estudos sobre a adoção dessa técnica têm sido fundamentais para mitigar dificuldades na propagação das espécies nativas, visando otimizar o sistema de produção e conservação dos materiais genéticos superiores (Dias *et al.*, 2012).

Em um experimento realizado por Hernández *et al.* (2013) com a espécie jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis*), foi observada a eficiência do enraizamento de estacas, com 100% de sobrevivência das estacas obtidas das gemas apicais sem o uso de ácido indol-3-butírico (AIB). Outros estudos realizados com as espécies cedro-australiano (*Toona ciliata* var. *australis*) (Pereira *et al.*, 2015) e (*Toona ciliata*) (Almeida *et al.*, 2020; Silva *et al.*, 2012), angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*) (Dias *et al.*, 2015b), paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*) (Dias *et al.*, 2015a) e outras, também demonstram o potencial de propagação dos indivíduos via estaquia.

Bisognin *et al.* (2020), tratando estacas provenientes de raízes de plantas adultas de *C. trichotoma* em solução de 0, 20, 40 e 60 mM de AIB e estacas caulinares de plantas com três anos de idade em solução de 0, 20 e 40 mM de AIB, observaram que as estacas das raízes apresentaram melhores resultados para o enraizamento de novos brotos, mesmo sem a aplicação de AIB, possibilitando a reprodução da espécie.

Em outro experimento com *C. trichotoma*, Kielse *et al.* (2013), observaram que estacas radiculares de 1, 3 e 5 cm de comprimento, tratadas com 30 mM de AIB apresentaram bom desenvolvimento. Com base nisso, os autores destacam que é possível realizar propagação vegetativa de *C. trichotoma* com propágulos radiculares juvenis tratados com ácido indol-3-butírico. Entretanto, ressaltaram as dificuldades de se coletar raízes, além de causar danos à planta-mãe, sendo recomendado o uso de miniestacas.

A microestaquia é uma técnica que consiste no cultivo de tecidos vegetais em ambiente com maior controle fitossanitário. Além disso, esse método permite a multiplicação de plantas a partir de estruturas como meristemas, gemas axilares, segmentos de caule entre outros materiais. Tem por objetivo maximizar a produção das espécies em espaço reduzido e livre de doenças (Xavier; Wendling; Silva, 2021).

A aplicação da micropropagação vem sendo realizada para algumas espécies florestais, como o ipê-rosa (*Handroanthus impetiginosus*) (Larraburu; Apostolo; Llorente, 2012), a erva-mate (*Ilex paraguariensis*) (Horbach *et al.*, 2011), o açoita-cavalo (*Luehea divaricata*) (Flôres *et al.*, 2011), a carobinha (*Jacaranda decurrens*) (Malosso *et al.*, 2012), entre outras. Para a espécie *C. trichotoma*, Mantovani *et al.* (2001) constataram a indução de brotos e raízes em segmentos nodais da espécie, observando-se 73% de enraizamento no cultivo *in vitro*, contendo 0,5 mg L⁻¹ de AIB. Em outro estudo realizado por Gonçalves *et al.* (2022) com brotações epicórmicas de matrizes adultas de *C. trichotoma*, foi alcançado 61,3% de explantes estabelecidos *in vitro* sob tratamento com hipoclorito de sódio aplicado por 5 minutos (1,12% de cloro ativo).

Derivada da macroestaquia, a miniestaquia é uma técnica cujo princípio baseia-se no uso de propágulos mais juvenis do que aqueles obtidos na macroestaquia para formação de um clone. Nessa técnica, é realizada a poda do ápice de plantas provenientes da estaquia ou de plantas propagadas via seminífera que darão origem às minicepas, a qual fornecerá as miniestacas, originando-se os clones. O local onde a multiplicação da planta matriz é realizada denomina-se minijardim clonal ou seminal, sendo formado pelo conjunto de minicepas. Esta técnica foi difundida por meio do avanço tecnológico da eucaliptocultura (Rocha *et al.*, 2015; Xavier; Wendling; Silva, 2021).

Essa técnica possibilita a propagação em massa de indivíduos com boas condições morfológicas, fisiológicas e sanitárias em curto período. Por meio da miniestaquia podemos formar um banco de matrizes com material genético selecionado, diversificado e com características fenotípicas de interesse comercial (Oliveira *et al.*, 2016b; Xavier; Wendling; Silva, 2021). Sua aplicação é amplamente adotada na propagação de espécies florestais de

interesse econômico (Oliveira *et al.*, 2016b), possibilitando a clonagem em larga escala dos indivíduos. Em contrapartida, a adoção dessa técnica para a propagação de espécies nativas ainda é pouco difundida, pois os estudos ainda são insipientes.

A propagação via miniestaquia segue pela coleta seletiva das miniestacas no minijardim, devendo-se obter propágulos com até 12 cm de comprimento e 2 pares de folhas com 50% da área foliar reduzida (Xavier; Wendling; Silva, 2021). Após a coleta, as miniestacas devem ser abrigadas em casa-de-vegetação com alta umidade e temperatura. Em certas situações, emprega-se o uso de reguladores de crescimento, como o ácido indol-3-butírico visando potencializar o enraizamento. Após o enraizamento, as mudas seguem para a casa de sombra e, posteriormente, para um ambiente a pleno sol (Ferrari; Grossi; Wendling, 2004).

O uso de reguladores vegetais, principalmente aqueles do grupo das auxinas, como o ácido indol-3-butírico (AIB), o ácido indol-3-acético (AIA) e o ácido naftalenoacético (ANA), além de contribuir para a indução de raízes dos propágulos, ajuda na velocidade de formação, no número, no comprimento das raízes, tal como na sua qualidade (Wendling, 2015).

Estudos sobre a adoção da técnica de miniestaquia na propagação de espécies florestais, como o angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*) (Dias *et al.*, 2015b), o paucandeia (*Plathymenia foliolosa*) (Neubert *et al.*, 2017) e a quaresmeira (*Tibouchina sellowiana*) (Fragoso *et al.*, 2017) têm se mostrado promissores no desenvolvimento de tecnologias aplicadas ao melhoramento florestal de espécies nativas. Entretanto, o melhoramento de espécies nativas ainda enfrenta alguns gargalos em decorrência da ausência de métodos eficientes, investimento, técnicas de manejo e ambientação adequada, além da seleção de matrizes, coleta de propágulos e adoção substrato ideal para o desenvolvimento dos indivíduos (Baccarin *et al.*, 2015; Dias *et al.*, 2012).

Em um estudo realizado por Kielse *et al.* (2015), os autores verificaram que minicepas de *C. trichotoma* com origem assexuada obtiveram maior percentual de sobrevivência, porém com diferença mínima para as de origem seminal. Além disso, os autores observaram que o uso de ácido naftalenoacético (ANA) não favoreceu o enraizamento das miniestacas.

Avaliando o efeito das concentrações 0, 2000, 4000, 6000 e 8000 mg L⁻¹ de AIB e ANA, Faganello *et al.* (2015) observaram que o uso da dose mais alta promoveu maior enraizamento das estacas de *C. trichotoma*, enquanto o uso de ANA não apresentou diferença significativa sobre o enraizamento. Os autores concluíram que o aumento da concentração de fitorreguladores reduziu linearmente a emissão de brotações e folhas novas, aumentando a mortalidade das estacas.

Avinio *et al.* (2022) constataram variação no enraizamento das mudas de *C. trichotoma* obtidas de uma, duas e múltiplas gemas apicais tratadas com 3000 mg L⁻¹ de AIB, com maximização do enraizamento de mudas obtidas de múltiplas gemas. Em outro estudo realizado por Duarte *et al.* (2023), com o objetivo de avaliar as técnicas de análise de sobrevivência no enraizamento e tempo ideal de casa-de-vegetação de miniestacas de espécies florestais, os resultados mostraram que o tempo médio de estadia da *C. trichotoma* em casa-de-vegetação seria de 47 dias.

De modo geral, o desenvolvimento tecnológico silvicultural dos programas de melhoramento para produção de mudas nativas, como da espécie *C. trichotoma*, ainda é insipiente, acarretando um sistema de produção de mudas com baixa qualidade genética e fitossanitária, plantios desuniformes e com baixa produtividade.

REFERÊNCIAS

- AGRA, M. F.; FREITAS, P. F.; BARBOSA-FILHO, J. M. Synopsis of the plants known as medicinal and poisonous in Northeast of Brazil. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 114-140, jan./marc., 2007. DOI: 10.1590/S0102-695X2007000100021.
- ALMEIDA, R. S.; ALMEIDA, D. B.; FARIA, J. C.; MELO, L. A.; STEHLING, E. C.; VILELA, E. S. Efeito na indução do enraizamento em função da forma e ao tempo de preparo das miniestacas de *Toona ciliata* e híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. **Scientia Forestalis**, [s. l.], v.48, n.127, 2020. DOI: 10.18671/scifor.v48n127.09.
- ALMEIDA, R. S.; NIERI, E. M.; MONTEIRO, E. C. S.; SILVA, O. M. C.; MELO, L. A. Reaproveitamento de resíduos de café em substratos para produção de mudas de *Joannesia princeps*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 41, p. 1-7, 2021, DOI: 10.4336/2021.pfb.41e201902047.
- ANTONELLI, P. V.; BRUN, E. J.; SANTOS, M. A. B.; SARTOR, L. R.; BRUN, F. G. K. Desenvolvimento de *Cordia trichotoma* em função da adubação, em sistema silvipastoril no Sudoeste do Paraná-Brasil. **Ecologia e Nutrição Florestal**, Santa Maria - RS, v.3, n.3, p.59-70, set./dez., 2015. DOI: 10.5902/2316980X19054.
- ARAUJO, M. M.; NAVROSKI, M. C.; SCHORN, L. A.; TABALDI, L. A.; RORATO, D. G.; TURCHETTO, F.; ZAVISTANOVICZ, T. C.; BERGHETTI, A. L. P.; AIMI, S. C.; TONETTO, T. S.; GASPARIN, E.; KELLING, M. B.; ÁVILA, A. L.; DUTRA, A. F.; MEZZOMO, J. C.; GOMES, D. R.; GRIEBELER, A. M.; SILVA, M. R.; BARBOSA, F. M.; LIMA, M. S. Caracterização e análise de atributos morfológicos e fisiológicos indicadores da qualidade de mudas em viveiro florestal. In: ARAUJO, M. M.; NAVROSKI, M. C.; SCHORN, L. A. (org). **Produção de sementes e mudas: um enfoque à silvicultura**. Santa Maria: Ed. UFSM. 488 p. 2018.
- AVINIO, R. S.; MALHEIROS, A. C.; MACULAN, L. G.; GAZZANA, D.; LECINA, K. H.; TONETTO, T. S.; BISOGGIN, D. A. Rooting of mini-cuttings and quality of plantlets of

Cordia trichotoma. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.57, 2022. DOI: 10.1590/S1678-3921.pab2022.v57.02970.

AZEVEDO, M. L.; TITON, M.; MACHADO, E. L. M.; ASSIS JUNIOR, S. L. FREITAS, E. C. S. Influência do ácido indolbutírico no enraizamento de miniestacas caulinar e foliar de mogno-africano (*Khaya grandifoliola* C. DC.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 31, n. 2, p. 898-919, abr./jun., 2021. DOI: 10.5902/1980509837225.

BACCARIN, F.J.B.; BRONDANI, G.E.; ALMEIDA, L.V.; VIEIRA, I.G.; OLIVEIRA, L.S.; ALMEIDA, M. Vegetative rescue and cloning of *Eucalyptus Bentharii* selected adult trees. **New Forests**, [s. l.], v.46, n.1, p.465-483, 2015. DOI: 10.1007/s11056-015-9472-x.

BENIN, C. C.; PERES, F. S. B.; GARCIA, F. A. O. Enraizamento de miniestacas apicais, intermediárias e basais em clones de *Eucalyptus benthamii*. **Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 3, p. 421 -428, jul./set., 2013. DOI: 10.5380/rf.v43i3.28542.

BERGHETTI, A. L. P.; ARAUJO, M. M.; BOVOLINI, M. P.; TONETTO, T. S.; MUNIZ, M. F. B. Morfologia de Plântulas e Controle de Patógenos em Sementes de *Cordia trichotoma*. **Floresta e Ambiente**, v.22, n.1, p. 99-106, jan./Marc., 2015. DOI: 10.1590/2179-8087.076614.

BERGHETTI, A. L. P.; ARAUJO, M. M.; TONETTO, T. S.; AIMI, S. C.; NAVROSKI, M. C.; TURCHETTO, F.; ZAVISTANOVICZ, T. C. Growth of *Cordia trichotoma* seedlings in different sizes of recipients and doses of fertilizer. **African Journal of Agricultural Research**, v.11, p.2450-2455, 14 jul, 2016. DOI: 10.5897/AJAR2016.10883.

BERNARDI, M. R.; SPEROTTO JUNIOR, M.; DANIEL, O.; VITORINO, A. C. T. Crescimento de mudas de *Corymbia citriodora* em função do uso de hidrogel e adubação. **Cerne**, v.18, n.1, p.67-74, jan/mar, 2012. DOI: 10.1590/S0104-77602012000100009.

BISOGNIN, D. A.; KIELSE, P.; LECINA, K. H.; MELLO, U. S. Vegetative propagation of *Cordia trichotoma* (vell.) arrab. ex steud. by cuttings from shoots and roots. **Cerne**, Lavras, v.26, n.2, abr./jun., 2020. DOI: 10.1590/01047760202026022732.

BORGES, S. R.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L. S. de; MELO, L. A. de; ROSADO, A. M. Enraizamento de miniestacas de clones híbridos de *Eucalyptus globulus*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 425-434, 2011. DOI: 10.1590/S0100-67622011000300006.

BRANCALION, P. H. S.; NOVENBRE, A. D. L. C.; RODRIGUES, R. R. Temperatura ótima de germinação de sementes de espécies arbóreas brasileiras. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 32, n. 4 p. 15 - 21, 2010. DOI: 10.1590/S0101-31222010000400002.

BRONDANI, G. E.; BACCARIN, F. J. B.; BERGONCI, T.; GONÇALVES, M. A. Miniestaquia de *Eucalyptus benthamii*: Efeito do genótipo, AIB, zinco e coleta de brotações. **Cerne**, Lavras, v. 20, n. 1, p. 147-156, jul./set. 2014. DOI: 10.1590/S0104-77602014000100018.

BRONDANI, G. E.; WENDLING, I.; GROSSI, F.; DUTRA, L. F.; ARAUJO, M. A. Miniestaquia de *Eucalyptus benthamii* × *Eucalyptus dunnii*: (ii) sobrevivência e enraizamento

de miniestacas em função das coletas e estações do ano. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 3, p. 453-465, jul.-set., 2010. DOI: 10.5902/198050982060.

CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. **Colombo: Embrapa Florestas**, v. 2, 2006. Disponível em: <https://www.embrapa.br/florestas/publicacoes/especies-arboreas-brasileiras>. Acesso em: 20 set. 2023.

CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: **Embrapa Florestas**, v. 1, p. 645-655, 2003. Disponível em: <https://www.embrapa.br/florestas/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1140095/louro-pardo-cordia-trichotoma>. Acesso em: 20 set. 2023.

CONSTANTINO, V.; ZANETTE, F. Enxertia de propágulos trunciformes nos ramos de *Araucaria angustifolia* e multiplicação de matrizes. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 2, p. 845-853, abr./jun., 2018. DOI: 10.5902/1980509832103.

CUNHA, F. L.; SANTOS, J. A.; DINIZ, P. C.; MELO, L. A.; VENTURIN, N. Crescimento de mudas de *Cordia trichotoma* submetidas a diferentes fontes e doses de fertilizantes. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.22, n. 2, p. 251-259, 2023. DOI: 10.5965/223811712222023251.

CUNHA, F. L.; SILVA, O. M. C.; ARAUJO, V. C.; VENTURIN, N.; MELO, L. A. Palha de café carbonizada em substratos renováveis para produção de mudas de *Eucalyptus urophylla* e *Anadenanthera macrocarpa*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 32, n. 2, p. 548-572, abr./jun. 2022. DOI: 10.5902/1980509837069.

DIAS, P. C. OLIVEIRA, L. S. O.; XAVIER, A.; WENDLING, I. Estaquia e miniestaquia de espécies florestais lenhosas do Brasil. **Pesquisa Flora Brasileira**, Colombo, v. 32, n. 72, p. 453-462, out./dez., 2012. DOI: 10.4336/2012.pfb.32.72.453.

DIAS, P. C.; ATAÍDE, G. M.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L. S.; PAIVA, H. N. Propagação vegetativa de *Schizolobium amazonicum* por estaquia. **Cerne**, Lavras, n. 21, v. 3, p. 379-386, jul./set., 2015a. DOI: 10.1590/01047760201521031467.

DIAS, P.C.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L.S.; CORREIA, A.C.G.; BARBOSA, G.A. Tipo de miniestaca e de substrato na propagação vegetativa de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan). **Ciência Florestal**, v.25, n.4, p.909-919, out./nov., 2015b. DOI: 10.5902/1980509820593.

DUARTE, M. L.; MARTINS FILHO, S.; FREITAS, A. F.; XAVIER, A. Rooting of forest species mini-cuttings : an application of non-parametric survival analysis **New Forests**, [S. l.], v.54, p.1153–1167, 2023. DOI: 10.1007/s11056-023-09962-0.

FAGANELLO, L. R.; DRANSKI, J. A. L.; MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M. Efeito dos ácidos indolbutírico e naftaleoacético no enraizamento de estacas semilenhosas de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.25, n.4, p.863-871, out./dez., 2015. DOI: 10.5902/1980509820584.

FELIPPI, M.; MAFRA, C. R. B.; CANTARELLI, E. B.; ARAÚJO, M. M.; LONGHI, S. J. Fenologia, morfologia e análise de sementes de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. Ex. Steud. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 3, p. 631-641, 2012. DOI: 10.5902/198050986629.

FERMINO, M. H.; MIETH, P. Análise de substratos para produção de mudas de espécies florestais. 2018. In: ARAUJO, M. M.; NAVROSKI, M. C.; SCHON, L. A. (org). Produção de sementes e mudas: um enfoque à silvicultura. Santa Maria: **Ed. UFSM**. 488 p. 2018.

FERRARI, M. P.; GROSSI, F.; WENDLING, I. Propagação vegetativa de espécies florestais. **Colombo: Embrapa Florestas**, 2004. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/304164>. Acesso em: 20 set. 2024.

FERREIRA, B. G. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; WENDLING, I.; KOEHLER, H. S.; NOGUEIRA, A. C. Miniestaquia de *Sapium glandulatum* (Vell.) PAX com o uso de ácido indol butírico e ácido naftaleno acético. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 19-31, jan./mar., 2010. DOI: 10.5902/198050981758.

FIRMINO, T. P.; SOUZA, L. A.; BARBEIRO, C.; MARCÍLIO, T.; ROMAGNOLO, M. B.; PASTORINI, L. H. Influence of the light on the morphophysiological responses of native trees species of the semidecidual stational forest. **Brazilian Journal of Botany**, São Paulo, v.44, p.963-976, 2021. DOI: 10.1007/s40415-021-00754-4.

FLÔRES, A. V. REINIGER, L. R. S.; CURTI, A. R.; CUNHA, A. C. M. C. M.; GOLLE, D. P.; BASSAN, J. S. Estabelecimento e multiplicação in vitro de *Luehea divaricata* Mart. & Zucc. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 1, p. 175-182, jan./mar., 2011. DOI: 10.5902/198050982760.

FRAGOSO, R.O.; STUEPP, C.A.S.; FRANCIELLEN P.; KRATZ, D.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C.; WENDLING, I. Vegetative rescue and ex vitro system production of *Tibouchina sellowiana* clonal plants by cutting and mini-cutting. **Ciência Rural**, Santa Maria v.47, n.11 p.1-7, nov., 2017. DOI: 10.1590/0103-8478cr20160098.

FREITAS, M. L. M.; SEBBEN, A. M.; ZANATTO, A. C. S.; VERARDI, C. K.; PINHEIRO, A. N. Parâmetros genéticos em progênies de polinização aberta de *Cordia trichotoma* (Vell.) ex Steud. **Revista do Instituto Florestal**, [S. l.], v.18, n. único, p.95-102, dez., 2006. Disponível em: https://smastr16.blob.core.windows.net/iflorestal/ifref/RIF18/RIF18_95-102.pdf.

GALLO, R.; XAVIER, A.; MOURA, L. C.; OLIVEIRA, B. D.; NASCIMENTO, H. R.; OTONI, W. C. Iba and microcutting collections in the micropropagation of *Eucalyptus* spp hybrid clones. **Revista Árvore**, Viçosa, v.41, n.6, 2017. DOI: 10.1590/1806-90882017000600005.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. Viveiros florestais: propagação sexuada. Viçosa: **Editora UFV**, 116 p. 2011.

GONÇALVES, D. S.; TEXEIRA, G. C.; SOUZA, D. M. S.C.; FARIA, J. C. T. MOLINARI, L. V.; BRONDANI, G. E. Emission of epicormic shoots and *in vitro* establishment of *Cordia trichotoma* selected adult trees. **Bosque**, Valdivia, v.43, n.2, p.169-177, 2022. DOI: 10.4067/S0717-92002022000200169.

GRINGS, M.; BRACK, P. **Espécies madeireiras nativas da Região Sul: *Cordia trichotoma* (louro-pardo)** p.453 -456, 2011. In: CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Sul. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, p. 453-456, 2011. ISBN 978-85-7738-153-1. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade/fauna-e-flora/Regiao_Sul.pdf. Acesso em: 20 set. 2024.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D.; DAVIES, F.; GENEVE, R. WILSON, S. Plant propagation: principles and practices. New Jersey: **Prentice Hall**, 2011. 915 p.

HERNÁNDEZ, W. XAIVIER, A.; PAIVA, H. N.; WENDLING, I. Propagação vegetativa do jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) por estaquia. **Revista Árvore**, Viçosa, v.37, n.5, p.955-967, out., 2013. DOI: 10.1590/S0100-67622013000500018.

HORBACH, M. A.; BISOGNIN, D. A.; KIELSE, P. Q.; KENIA M.; FICK, T. A.; Micropropagação de plântulas de erva-mate obtidas de embriões zigóticos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 1, p. 113-119, jan., 2011. DOI: 10.1590/S0103-84782011000100018.

KIELSE, P.; BISOGNIN, D. A.; HAYGERT, K. L.; MELLO, U. S.; PIMENTEL, N.; RAUBE, M. A. Roduction and rooting of cordia - *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. Mini-cuttings collected from mini-cutting of asexual and seminal origin. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 7, p.1164-1166, jul., 2015. DOI: 10.1590/0103-8478cr20131011.

KIELSE, P.; BISOGNIN, D. A. HEBERLE, M.; FLEIG, F. D.; XAVIER, A.; RAUBER, M. A. Propagação vegetativa de *Cordia trichotoma* (Vell) Arrab. Ex Steudel por estaquia radicular. **Revista árvore**, Viçosa, v.37, n1., p.59-66, 2013. DOI: 10.1590/S0100-67622013000100007.

KORMANEK, M.; MALEK, S.; BANACH, J.; DURLO, G.; JAGIELLO-LENCZUK, K.; DUDEK, K. Seasonal changes of perlite-peat substrate properties in seedlings grown in different sized container trays. **New Forests**. v.52, p. 271-283, mai., 2021. DOI: 10.1007/s11056-020-09793-3.

KOZEN, E. R.; BERGONCI, T.; BRONDANI, G. E. Produção de mudas por propagação vegetativa. In: ARAUJO, M. M.; NAVROSKI, M. C.; SCHON, L. A. (org). **Produção de sementes e mudas: um enfoque à silvicultura**. Santa Maria: Ed. UFSM. 488 p. 2018.

LARRABURU, E. E.; APOSTOLO, N. M.; LLORENTE, B. E. *In vitro* propagation of pink lapacho: response surface methodology and factorial analysis for optimisation of medium components. **International Journal of Forestry Research**, Cairo, v. 1, p. 1-9, jan., 2012. DOI: 10.1155/2012/318258.

LEITE, G. A.; MENDONÇA, V.; MENDONÇA, L. F. M.; DANTAS, L. L. G. R. D.; CUNHA, P. S. C. F. Porta enxertos e métodos de enxertia na produção de mudas de Atemoieira (*Annona squamosa* L. x *Annona cherimola* Mill.). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 5, p. 2117-2128, set./out., 2013. DOI: 10.5433/1679-0359.2013v34n5p2117.

LIMA FILHO, P.; LELES, P. S. S.; ABREU, A. H. M.; SILVA, E. V.; FONSECA, A. C. Produção de mudas de *Ceiba speciosa* em diferentes volumes de tubetes utilizando o biossólido como substrato. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 1, p. 27-39, jan./mar., 2019. DOI: 10.5902/1980509819340.

LIMA, W. A. A.; MORAIS, F. M. M.; ROCHA, F. S.; MALAQUIAS, J. V. Avaliação de métodos de enxertia em mudas de baruzeiro (*Dipteryx alata* Vogel, Fabaceae). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 33, n. 2, p.1-18, abr./jun., 2023. DOI: 10.5902/1980509869090.

MAGGIONI, R. A.; TOMASSI, J. C.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; WENDLING, I. *Araucaria angustifolia*: ácido indol butírico e diferentes clones no enraizamento de estacas. **Adances In Forestry Science**, v. 7, n. 1, p. 861-866, 2020. DOI: 10.34062/afs.v7i1.7429.

MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M. Efeito do volume do tubete no crescimento inicial de plântulas de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb ex Steud e *Jacaranda micramtha* Cham. **Ciência Florestal**, v.16, n. 1, p. 11-16, jan/mar., 2006. DOI: 10.5902/198050981883.

MALOSSO, M. G.; BERTONI, B. W.; COPPEDE, J. S.; FRANÇA, S. C.; PEREIRA, A. M. S. Micropropagation and in vitro conservation of *Jacaranda decurrens* Cham. **Journal of Medicinal Plants. Research**, Nairobi, v. 6, n. 7, p. 1147-1154, fev., 2012. DOI: 10.5897/JMPR11.438.

MANTOVANI, N. C.; FRANCO, E. T. H.; VESTENA, S. Regeneração *in vitro* de louro-pardo (*Cordia trichotoma* (Vellozo) Arrabida ex Steudel). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.11, n.2, p.93-101, jul./dez., 2001. DOI: 10.5902/198050981658.

MELO, L. A.; DAVIDE, A. C.; TEIXEIRA, L. A. F. Metodologia para resgate de matrizes e enraizamento de estacas de *Eremanthus erythropappus*. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 4, p. 631-638, out./dez., 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-77602012000400013>.

MELO, L. A.; XAVIER, A.; PAIVA, H. N.; ROSADO, A. M. BORGES, S. R.; DAVIDE, A. C. Efeito do intervalo de tempo entre coleta/preparo e estaqueamento no enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 4, p. 781-788, out.-dez., 2011. DOI: <https://doi.org/10.5902/198050984523>.

NASCIMENTO, P. K. V. **Propagação vegetativa de louro-pardo (*Cordia trichotoma* (Vell) Arrab. Ex Steud.) por estaquia radicular e miniestaquia**. 117 f. Orientador: Dilson Antônio Bisognin. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, RS, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/3747>. Acesso em: 12 set. 2023.

NEUBERT, V. D. F; XAVIER A.; PAIVA, H. N. D.; DIAS, P.C.; GALLO, R. Production of mini-cuttings and the influence of leaf reduction on rooting of vinhático (*Plathymenia foliolosa* Benth.). **Revista árvore**, Viçosa, v.41, p. 1-9, 2017. DOI: 10.1590/1806-90882017000400002.

OLIVEIRA, M. C.; OGATA, R. S.; ANDRADE, G. A.; SANTOS, D. S.; SOUZA, R. M.; GUIMARÃES, T. G.; SILVA JÚNIOR, M. C.; PEREIRA, D. J. S.; RIBEIRO, J. F. Manual de viveiro e produção de mudas: espécies arbóreas nativas do cerrado. Embrapa cerrados.

Editora Rede de Sementes do Cerrado, p.124, 2016a. Disponível em: https://sobrestauracao.org/documentos/manual_viveiro.pdf. Acesso em: 23 out. 2023.

OLIVEIRA, T. P. F.; BARROSO, D. G.; LAMÔNICA, K. R.; CARVALHO, G. C. M. W. Aplicação de AIB e tipo de miniestacas na produção de mudas de *Handroanthus heptaphyllus* Mattos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 313-320, 2016b. DOI: 10.5902/1980509821128.

OLIVEIRA, T. P.; BARROSO, D. G.; LAMÔNICA, K. R.; CARVALHO, V. S.; OLIVEIRA, M. A. Efeito do ácido indol-3-butírico (AIB) no enraizamento de miniestacas de ipê-roxo (*Handroanthus heptaphyllus* Mattos). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 4, p. 1043-1051, out./dez., 2015. DOI: 10.5902/1980509820666.

PEÑA, M. L. P.; ZANETTE, F.; BIASI, L. A. Época de coleta e ácido indolbutírico no enraizamento de miniestacas de pitangueira. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 5, p. 3055-3068, set.-out., 2015. DOI: 10.5433/1679-0359.2015v36n5p3055.

PEREIRA, M. O.; WENDLING, I.; NOGUEIRA, A. C.; KALIL FILHO, A. N.; NAVROSKI, M. C. Resgate vegetativo e propagação de cedro-australiano por estaquia. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, n.4, p.282-289, abr., 2015. DOI: 10.1590/S0100-204X2015000400003.

RADOMSKI, M. I.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; CARDOSO, D. J. Louro-pardo (*Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud.) em sistemas agroflorestais. Colombo: **Embrapa Florestas**, p. 23, 2012. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/945612/louro-pardo-cordia-trichotoma-vell-arrab-ex-steud-em-sistemas-agroflorestais>. Acesso em: 23 out. 2023.

RICKLI, H. C.; BONA, C.; WENDLING, I.; KOEHLER, H. S.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Origem de brotações epicórmicas e aplicação de ácido indolilbutírico no enraizamento de estacas de *Vochysia bifalcata* Warm. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 2, p. 385-393, abr.-jun., 2015. DOI: 10.5902/1980509818457.

ROCHA, J. H. T.; BACKES, C.; BORELLI, K.; PRIETO, M. R.; SANTOS, A. J. M.; GODINHO, T.D.O. Productivity and quality of minigarden minicuttings a hybrid clones *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* (I-224) due to nitrogen doses. **Ciência Florestal**, v.25, n.2, p.273-279, jun., 2015. DOI: 10.5902/1980509818411.

SANT'ANA, B. T.; BERUDE, M. C.; FALETTI, CALDEIRA, M. V. W.; GONÇALVES, E. O. Produtividade de minicepas e enraizamento de miniestacas de sapucaia (*Lecythis lanceolata*). **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.43, 2023. DOI: 10.4336/2023.pfb.43e201901931.

SCHUMACHER, M. V.; VIEIRA, M. Silvicultura do Eucalipto no Brasil. Santa Maria: **Ed. UFSM**, 308 p, 2015.

SILVA, M. K. F.; SIQUEIRA, D. P.; CARVALHO, G. C. M. W.; SILVA, R. D.; AGUIAR, A. V.; BARROSO, D. G. Vegetative rescue of *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. Ex Steud via induction of epicormic sprouts in branches from mature trees. **Rhizosphere**, v.20, 2021. DOI: 10.1016/j.rhisph.2021.100431.

SILVA, M. P. S, BARROSO, D. G.; SOUZA, J. S.; FERREIRA, D. A.; CARNEIRO, J. G. A. Enraizamento de miniestacas e produtividade de minicepas de cedro australiano manejadas em canaletões e tubetes. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 4, p. 703-713, oct.-dec, 2012. DOI: 10.5902/198050987552.

SILVA, O. M. C.; HERNÁNDEZ, M. M.; ARAÚJO, G. C. R.; CUNHA, F. L.; EVANGELISTA, D. V. P.; LELES, P. S. S.; MELO, L. A. Potencial uso da casca de café como constituinte de substrato para produção de mudas de espécies florestais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 30, n. 4, p. 1161-1175, out./dez., 2020. DOI: 10.5902/1980509842500.

SILVA, R. L.; OLIVEIRA, M. L. de; MONTE, M. A. XAVIER, A. Propagação clonal de guanandi (*Calophyllum brasiliense*) por miniestaquia. **Agronomía Costarricense**, San José, v. 34, n. 1, p. 99-104, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v34n1/a10v34n1.pdf>. Acesso em: 20 jan. de 2025.

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, set., 2018. DOI: 10.1590/S0100-204X2018000900002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. 5. Ed. **Porto Alegre: Artmed**, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6. Ed. **Porto Alegre: Artmed**, 2017.

TRAZZI, P. A.; CALDEIRA, M. V. W.; PASSOS, R. R.; GONÇALVES, E. O. Substratos de origem orgânica para produção de mudas de teca (*Tectona grandis* Linn. F.). **Ciência Florestal**, v.23, n.3, p.401-409, jul./set., 2013. DOI: 10.5902/1980509810551.

WENDELING, I.; XAVIER, A. Gradiente de maturação e rejuvenescimento aplicado em espécies florestais. **Floresta e Ambiente**, v.8, n.1, p.187-194, jan./dez., 2001. Disponível em: <https://www.floram.org/journal/floram/article/588e21fae710ab87018b45ce>. Acesso em: 30 ago. 2024.

WENDLING, I. Estaquia e miniestaquia de *Araucaria angustifolia* para produção de madeira. **Colombo: Embrapa Florestas**, (Comunicado técnico 350) 9 p, 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1017585/estaquia-e-miniestaquia-de-araucaria-angustifolia-para-producao-de-madeira>. Acesso em: 05 set 2024.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F. Produção de mudas de eucalipto por sementes. In: WENDLING, I.; DUTRA, L. F. (org.). Produção de mudas de eucalipto. 2. ed. **Brasília, DF: Embrapa**, p. 13-46, 2017. Disponível em: <http://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00085650.pdf>. Acesso em 23 ago. 2024.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. Silvicultura clonal: princípios e técnicas. 3 ed. UFV, 279 p. 2021.

ZANUNCIO, V. S. S.; STEFANELLO, T. H.; LIMA, L. B. Germinating dynamics and seedling production of *Cordia trichotoma* (VELL.) Arrabida Ex Steudel. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 9, p. 68757-68770, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n9-354.

SEGUNDA PARTE – ARTIGOS 1 E 2

ARTIGO 1 - ESTABELECIMENTO E PRODUTIVIDADE DO MINIJARDIM SEMINAL DE PROGÊNIES DE *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud.

RESUMO

A propagação vegetativa de espécies florestais nativas apresenta-se como uma ferramenta promissora na produção de mudas, buscando a produção de mudas em larga escala, mantendo-se a uniformidade genética e a qualidade das mudas. A pesquisa teve como objetivo avaliar o estabelecimento e a produtividade de um minijardim seminal formado por progênies de *C. trichotoma*. O experimento foi desenvolvido no Viveiro Florestal da Universidade Federal de Lavras – UFLA no município de Lavras - MG. O minijardim foi montado, em março de 2024, a partir de mudas produzidas por sementes provenientes de quatro árvores matrizes (P04, P12, P28 e P33). Os indivíduos foram distribuídos dentro de cinco blocos casualizados em um canaletão com fertirrigação automatizada, sendo que cada parcela foi constituída por dez plantas de cada progênie. A disposição das mudas ocorreu em espaçamento de 10 cm x 15 cm. Após 60 dias de ambientação e crescimento, foi realizada a quebra da gema apical. Com a formação de minicepas, foram realizadas quatro coletas de miniestacas apicais e intermediárias, estabelecendo-se um intervalo médio de 30 dias entre coletas, com início no mês de junho de 2024 e finalização no mês de setembro de 2024. Foram avaliados os percentuais de sobrevivência e produtividade de miniestacas apicais e intermediárias das minicepas por progênie e por metro quadrado ao mês (m^{-2} mês). Além disso, foi avaliado o comprimento total das brotações emitidas e obtidos os dados meteorológicos do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET referentes à temperatura mínima, média e máxima da região de Lavras durante os meses de coleta. Os dados foram submetidos ao teste de pressupostos pelo teste de Shapiro-Wilk e de Bartlett a 5% de significância. Posteriormente, foram submetidos à ANOVA e ao teste de Tukey, utilizando o programa R Studio. Observou-se que as minicepas das progênies apresentaram sobrevivência acima de 85%. Mesmo com a redução da sobrevivência observada a partir do segundo mês, os percentuais mantiveram-se acima de 80%. As minicepas apresentaram produção média por mês, de 2,75 miniestacas apicais e 1,55 intermediárias. Quanto ao mês de coleta, o menor valor médio foi alcançado no primeiro mês (junho) com 1,57 miniestacas. A progênie P04 manteve a produtividade de miniestaca m^{-2} mês estável alcançando médias que variaram de 127 a 152 miniestacas, e as demais tiveram aumento a partir da segunda (P28 e P33) e terceira coleta (P33). Em junho, melhores médias foram alcançadas pelas P04, P12 e P33. Em setembro, destacam-se P12, P33 e P28. Para o tipo de miniestaca, as apicais tiveram aumento na produção a partir de agosto, com médias de 195 miniestacas m^{-2} mês. O comprimento das brotações variou entre 9 e 12 cm. A sobrevivência das minicepas das progênies de *C. trichotoma* foi influenciada pelas condições sazonais. Conclui-se que as minicepas das progênies de *C. trichotoma* apresentam viabilidade na obtenção de propágulos durante o período analisado. Para a produtividade de miniestacas destacam-se P12, P28 e P33. O uso de miniestacas intermediárias apresenta-se como uma opção para maximização da produtividade.

Palavras-chave: propagação vegetativa; sazonalidade; silvicultura.

ABSTRACT

Vegetative propagation of native forest species is a promising tool in seedling production, with the aim of producing seedlings on a large scale while maintaining genetic uniformity and seedling quality. The aim of this research was to evaluate the establishment and productivity of a seedling mini-garden made up of *C. trichotoma* progenies. The experiment was carried out at the Forest Nursery of the Federal University of Lavras - UFLA in the municipality of Lavras - MG. The mini-garden was set up in March 2024 from seedlings produced from four mother trees (P04, P12, P28 and P33). The individuals were distributed in five randomized blocks in a trough with automated fertigation, and each plot consisted of ten plants from each progeny. The seedlings were spaced at 10 cm x 15 cm. After 60 days of settling in and growing, the apical buds were broken off. Once the mini-stumps were formed, four collections of apical and intermediate cuttings were made, with an average interval of 30 days between collections, starting in June 2024 and ending in September 2024. The percentages of survival and productivity of apical and intermediate mini-cuttings from the mini-grafts per progeny and per square meter per month (m^{-2} month) were assessed. In addition, the total length of the shoots emitted was assessed and meteorological data was obtained from the National Institute of Meteorology (INMET) regarding the minimum, average and maximum temperature of the Lavras region during the months of collection. The data was tested for assumptions using the Shapiro-Wilk test and Bartlett's test at 5% significance. They were then subjected to ANOVA and Tukey's test using the R Studio program. It was observed that the mini-stumps of the progenies showed survival of over 85%. Even with the reduction in survival observed from the second month onwards, the percentages remained above 80%. The mini-cuttings produced an average of 2.75 apical cuttings and 1.55 intermediate cuttings per month. As for the month of collection, the lowest average value was reached in the first month (June) with 1.57 mini-cuttings. Progeny P04 kept the productivity of mini-cuttings m^{-2} month stable, reaching averages ranging from 127 to 152 mini-cutting, and the others increased from the second (P28 and P33) and third (P33) collection. In June, the best averages were achieved by P04, P12 and P33. In September, P12, P33 and P28 stood out. As for the type of mini-cuttings, the apical ones increased in production from August onwards, with averages of 195 mini-cuttings m^{-2} month. The length of the shoots varied between 9 and 12 cm. The survival of mini-cutting from *C. trichotoma* progenies was influenced by seasonal conditions. It can be concluded that the mini-stumps of *C. trichotoma* progenies are viable for obtaining propagules during the period analyzed. P12, P28 and P33 stood out in terms of mini-cuttings productivity. The use of intermediate mini-cuttings is an option for maximizing productivity.

Keywords: vegetative propagation; seasonality; silviculture.

1 INTRODUÇÃO

A propagação vegetativa é uma das técnicas mais utilizadas no setor florestal para produção massal de mudas. Diferente da produção de mudas com o uso de sementes, a propagação vegetativa permite maior uniformidade no plantio, maior produtividade, baixo custo, e a possível produção de mudas em diferentes épocas do ano (Bandeira *et al.*, 2007; Dias *et al.*, 2012; Wendling; Stuepp; Zuffellato-Ribas, 2016).

Dentre as técnicas de propagação que visam otimizar o sistema de produção, a miniestaquia é um dos métodos mais utilizados na propagação massal de espécies florestais de interesse comercial, principalmente as pertencentes ao gênero *Eucalyptus*. Além de permitir o cultivo de mudas com maior qualidade, a miniestaquia possibilita a formação de um banco de matrizes superiores em espaço e tempo reduzido (Oliveira *et al.*, 2016).

Estudos têm avaliado o potencial do uso da miniestaquia em espécies florestais, como o angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan) (Dias *et al.*, 2015), o vinhático-do-campo (*Plathymenia foliolosa* Benth.) (Neubert *et al.*, 2017), o vinhático (*Plathymenia reticulata* Benth.) (Pessanha *et al.*, 2018), entre outras. Para a espécie *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud, os estudos realizados têm demonstrado variação no potencial de enraizamento adventício dos propágulos, influenciados principalmente pelo tipo de propágulo, origem das fontes de propágulos, genótipos, condições ambientais, entre outros aspectos (Kielse *et al.*, 2015).

A miniestaquia inicia-se pelo estabelecimento de um minijardim que poderá ser clonal ou seminal. Naturalmente, nos minijardins seminais, têm-se maior variação das plantas a serem propagadas. Apesar disso, a avaliação de matrizes provenientes de material juvenil de origem seminal apresenta-se como uma ferramenta interessante para a seleção e obtenção de genótipos superiores quanto ao potencial de enraizamento (Xavier; Wendling; Silva, 2021).

Ao considerar o enraizamento adventício dos propágulos para formação de um sistema de produção de mudas em larga escala, a produtividade dos minijardins deve ser suficiente para atender à demanda do consumidor final. A quantidade de propágulos disponíveis em um determinado minijardim depende, dentre outros fatores, da sobrevivência e da capacidade produtiva das minicepas (planta matriz), dos genótipos propagados, das condições ambientais e do manejo adequado. Com isso, a realização de pesquisas que visem avaliar o potencial produtivo das matrizes doadoras dos propágulos é fundamental para garantir a produção massal dos indivíduos.

Um dos fatores a se considerar refere-se à variabilidade genética entre os genótipos, que pode influenciar diretamente a capacidade produtiva e regenerativa dos minijardins. Para

a espécie *C. trichotoma*, o uso da propagação vegetativa na produção de mudas ainda enfrenta desafios quanto ao estabelecimento de um protocolo eficiente de propagação que garanta sua produção massal com alto padrão de qualidade. Portanto, avaliar o desempenho de progênies estabelecidas em minijardins é fundamental para otimizar a produção de mudas.

Diante do exposto, a presente pesquisa teve como objetivo avaliar o estabelecimento e a produtividade de um minijardim seminal formado por progênies de *C. trichotoma*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

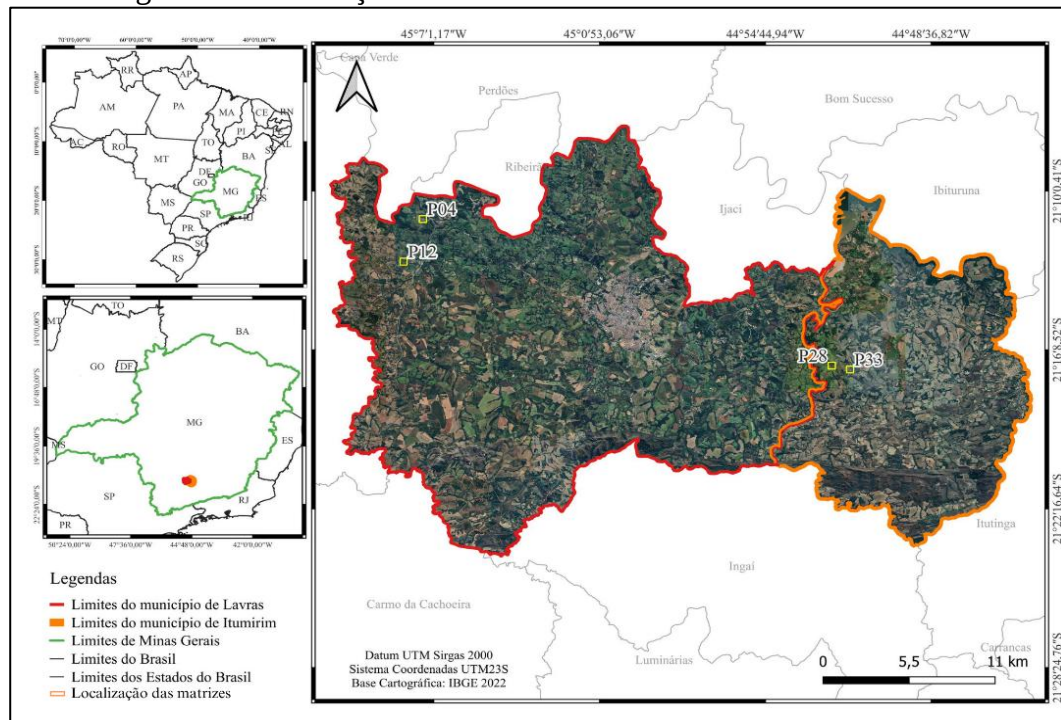
2.1 Área de instalação do experimento

O experimento foi desenvolvido no Viveiro Florestal da Universidade Federal de Lavras – UFLA no município de Lavras - MG. De acordo com a classificação de Köppen, Lavras é considerada uma região de clima subtropical com inverno seco (Cwa). Com base no Instituto Nacional de Meteorologia, para o ano de 2024, a região de Lavras apresentou temperatura média mensal de 22 °C e precipitação média mensal de 107 mm (INMET, 2024).

2.2 Coleta de sementes e produção de mudas

Os lotes de sementes foram coletados em agosto de 2023, início do período de dispersão, em quatro árvores matrizes localizadas no município de Lavras (P04 e P12) e em Itumirim (P28 e P33) (Figura 1).

Figura 1 - Localização das matrizes selecionadas de *C. trichotoma*.



Fonte: Da autora (2025).

O critério de seleção das matrizes baseou-se no desenvolvimento diamétrico das quatro progênes, dentre 33 progênes da espécie, que apresentavam maiores médias para as variáveis altura e diâmetro. Tais informações foram obtidas a partir de avaliações de um teste de progênes implantado em 2020 no município de Ijaci – MG, cujo objetivo principal do teste é a seleção de genótipos superiores baseados em seu desenvolvimento biométrico em altura e diâmetro para o estabelecimento de um programa de melhoramento da espécie.

As sementes foram coletadas diretamente dos galhos, com auxílio de um podão (Figura 2A), e armazenadas em sacos de papel kraft (Figura 2B), até o momento do beneficiamento (um dia após a coleta), que ocorreu pela separação dos galhos e retirada da corola, mantendo-se apenas o pirênio (cálice envolto nas sementes) (Figura 2C). Após o beneficiamento, as sementes (pirênio) foram semeadas em areia em sementeira a pleno sol e temperatura ambiente, sob irrigação manual duas vezes ao dia, até a formação de plântulas (40 dias após a semeadura), momento em que apresentaram um par de folhas e raiz primária formadas.

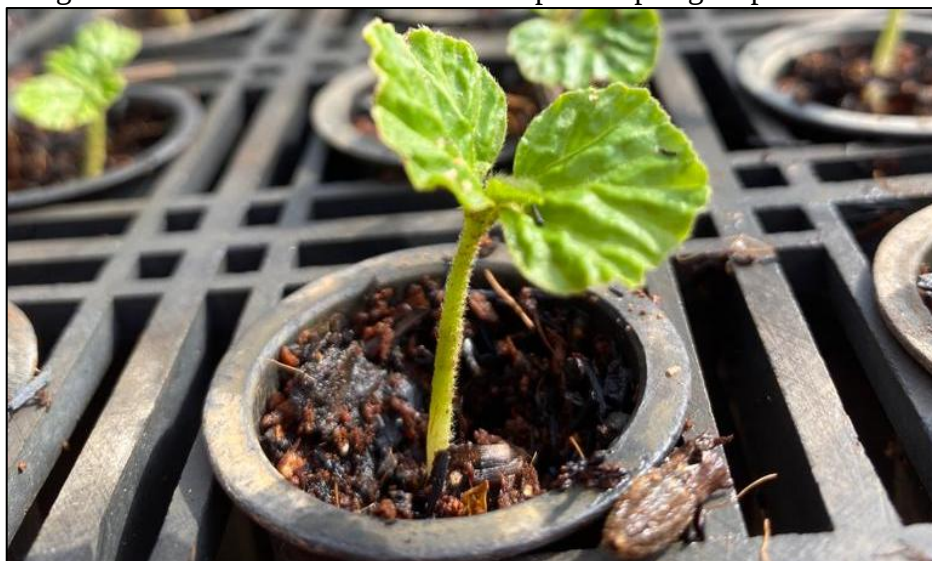
Figura 2 - Coleta (A), armazenamento (B) e beneficiamento (C) das sementes de *C. trichotoma*.



Fonte: Da autora (2025).

Com a formação de plântulas, as mudas foram repicadas para tubetes de 55 cm³, preenchidos com substrato formulado, em base volumétrica, por 40% de fibra de coco, 30% de vermiculita de granulometria média, 30% de substrato comercial MaxFértil (85% de casca de pinus compostada, 10% de vermiculita, 5% de casca de arroz carbonizada, aditivado com NPK) e 4 kg de Osmocote m⁻³ de substrato (Figura 3). Em seguida, as mudas foram levadas para a casa de sombra, ambiente com 50% de sombreamento, onde permaneceram e receberam aplicação, quinzenalmente, de 10 g de MAP - fosfato monoamônico (NH₄H₂PO₄) por litro de solução nutritiva, até o momento de transferência para o minijardim seminal.

Figura 3 - Plântulas de *C. trichotoma* após a repicagem para tubetes.



Fonte: Da autora (2025).

2.3 Estabelecimento do minijardim seminal

Ao atingirem média de 20 cm em altura (março de 2024), as mudas foram transferidas para o canaletão de fibrocimento preenchido por areia de granulometria média, sob fertirrigação automatizada por gotejamento acionado a cada três horas por seis minutos, liberando uma solução preparada com macro e micronutrientes diluídos em caixa d'água com capacidade volumétrica de 1000 litros. A solução nutritiva foi preparada com fontes de nutrientes, em g L⁻¹, descritas na tabela 1.

Tabela 1 - Fontes de nutrientes utilizadas no preparo de solução nutritiva para fertirrigação do minijardim seminal de *C. trichotoma*.

Fonte de macro e micronutriente*	FM / PM*	g L ⁻¹ **
nitrato de cálcio (Labsynth®)	Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O / 236,15	3510,00
monoamônio fostato (Mallinckrodt®)	NH ₄ H ₂ PO ₄ / 115,03	480,00
cloreto de potássio (Ecibra®)	KCl / 74,56	1450,00
sulfato de magnésio (Mallinckrodt®)	MgSO ₄ .7H ₂ O / 246,48	1820,00
sulfato de manganês (Ecibra®)	MnSO ₄ .H ₂ O / 169,01	5,60
ácido bórico (Ecibra®)	H ₃ BO ₃ / 61,83	14,00
sulfato de zinco (Mallinckrodt®)	ZnSO ₄ .7H ₂ O / 287,54	2,40
sulfato de cobre (Mallinckrodt®)	CuSO ₄ .5H ₂ O / 249,68	0,50
sulfato de ferro (Synth®)	FeSO ₄ .7H ₂ O / 278,02	4,98
sódio - EDTA (Nuclear®)	Na ₂ -EDTA.2H ₂ O / 372,24	5,22
molibdato de sódio (Merck®)	Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O / 241,95	0,20

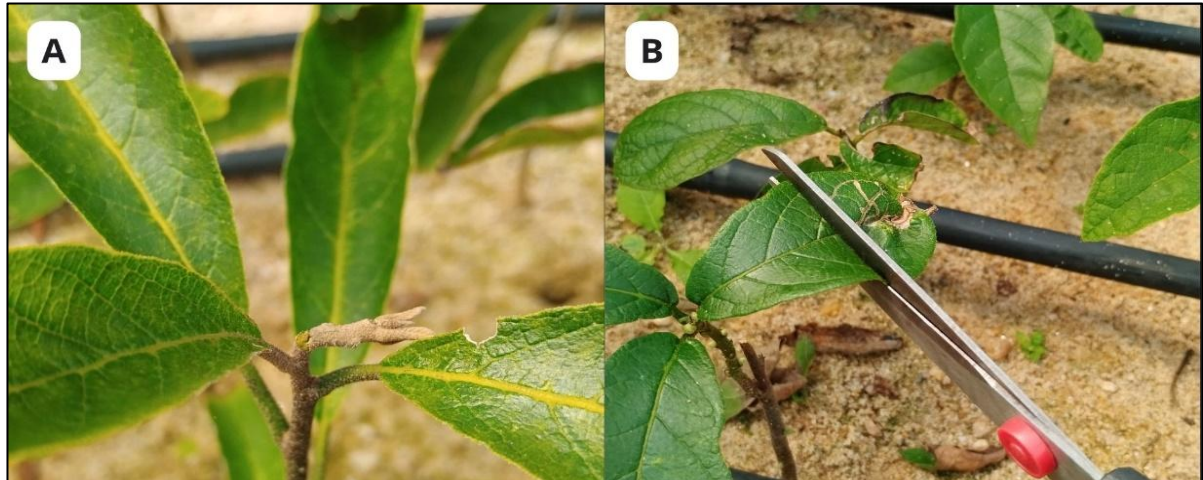
*FM: Forma molecular, PM: Peso molecular; **Solução nutritiva adaptada de Brondani *et al.* (2014) para *Eucalyptus benthamii*.

O sulfato de ferro (Synth®) foi misturado ao sódio EDTA (Nuclear®), fervido e armazenado em um recipiente de um 1 L coberto por papel alumínio e, após 24 horas, a solução foi diluída na caixa d'água junto às demais fontes de nutrientes. A solução nutritiva foi trocada mensalmente até a finalização do experimento.

O experimento foi estabelecido em blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo. O minijardim seminal foi constituído pelas quatro progênies (P04, P12, P28, P33) de *C. trichotoma*. Os indivíduos foram distribuídos aleatoriamente dentro de cinco blocos, sendo que cada parcela foi constituída por dez plantas de cada progênie, em espaçamento de 10 cm x 15 cm. Após 60 dias de ambientação e crescimento, foi realizada a quebra da dominância apical (Figura 4A), visando a indução das brotações das gemas laterais.

Durante esse período de desenvolvimento e crescimento, foram realizados manejos de condução das plantas por meio da redução da área foliar a fim de evitar sombreamento entre os indivíduos (Figura 4B).

Figura 4 – Quebra da dominância apical (A) e redução da área foliar (B) em minicepas de *C. trichotoma*.



Fonte: Da autora (2025).

2.4 Variáveis analisadas

Foram realizadas quatro coletas de brotações, caracterizando a subdivisão no esquema fatorial, estabelecendo-se um intervalo médio de 30 dias entre cada coleta, com início no mês de junho de 2024 e finalização no mês de setembro de 2024. A partir das brotações foram confeccionadas miniestacas apicais e intermediárias com comprimento médio de 7 cm e diâmetro médio de 2 mm.

A sobrevivência das minicepas no minijardim seminal foi quantificada por meio do monitoramento do crescimento e desenvolvimento das minicepas ao longo das sucessivas coletas. Já a produtividade, foi avaliada pela contagem do número de miniestacas apicais e intermediárias coletadas por minicepa/progênie e por metro quadrado ao mês (miniestacas m⁻² mês). A produtividade m⁻² mês seguiu pela adaptação da metodologia adotada por Lopes *et al.* (2016) para produtividade m⁻² ano. Os valores foram obtidos por meio da equação 1.

$$NM = \frac{NMI \cdot DA}{IC \cdot AE} \quad (1)$$

Em que:

NM = número de miniestacas por metro quadrado ao mês (miniestaca m⁻² mês);

NMI = número de miniestacas por minicepa;

DA = total de dias do mês (considerou-se 30 dias);

IC = intervalo em dias entre cada coleta de brotações;

AE = área efetiva de cada minicepa (determinado pelo espaçamento do plantio das minicepas no minijardim, o qual foi 10 x 15 cm, correspondendo a 0,015 m²).

Além disso, foram quantificados o comprimento total das brotações emitidas por minicepa em cada coleta, utilizando uma régua graduada comum, e dados meteorológicos mensais, disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, referentes às variáveis temperatura mínima, média e máxima para região de Lavras (Estação 83687).

2.5 Processamento e análise dos dados

Os dados coletados foram submetidos ao teste de pressupostos de normalidade pelo teste de (Shapiro-Wilk) e homogeneidade de variância pelo teste Bartlett a 5% de significância. Posteriormente, foram submetidos à análise de variância. Quando observadas diferenças significativas entre as médias, foram comparados por meio do teste de Tukey (p-valor<0,05), utilizando o programa estatístico R Studio.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As minicepas das progênes apresentaram percentual de sobrevivência acima de 85%. De acordo com a análise de variância, houve efeito significativo apenas para o mês de coleta (Tabela 2).

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para sobrevivência das minicepas das progênes de *C. trichotoma* no minijardim seminal, em função dos meses de coleta.

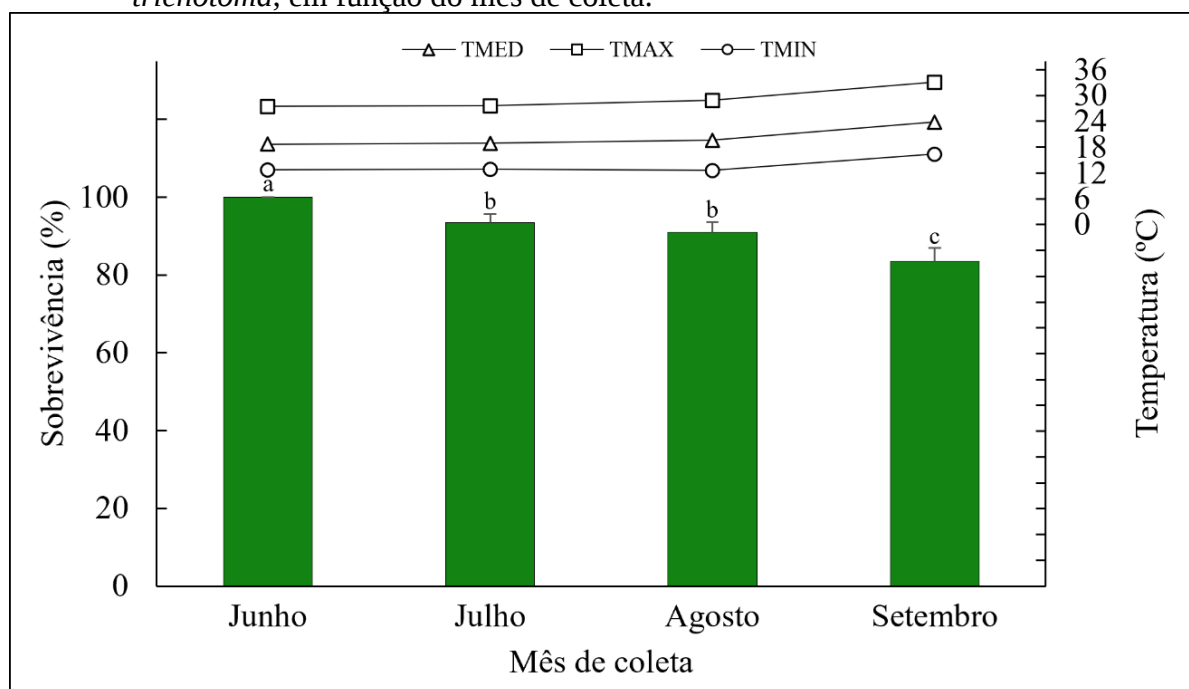
Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios
Progênes (PROG) ¹	3	516,67 ^{ns}
Erro A	12	260,42
Coletas (COL) ²	3	930,00^{**}
PROG x COL	9	91,11 ^{ns}
Erro B	48	53,96
Total	79	-
Média	92	-
CV ¹ (%)	17,54	-
CV ² (%)	7,98	-

GL = graus de liberdade; CV(%) = Coeficiente de variação; ns = valor não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste F. ** = valor significativo ao nível de 5%.

Fonte: Da autora (2025).

Na figura 5, observa-se a redução do percentual de sobrevivência das minicepas após a 1ª coleta. Para as coletas realizadas nos meses de julho e agosto obtivemos valores médios superiores a 90%, diferindo-se estatisticamente da 4ª coleta realizada em setembro, apresentando valor médio de 84% de sobrevivência.

Figura 5 - Valores médios do percentual de sobrevivência de minicepas das progênes de *C. trichotoma*, em função do mês de coleta.



Médias de percentual de sobrevivência seguidas por mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. TMED = Temperatura média; TMAX = Temperatura máxima; TMIN = Temperatura mínima. Dados apresentados como: média $\pm$ erro padrão. Fonte: Da autora (2025).

Os resultados encontrados podem estar associados às condições inerentes à sazonalidade, como condições de temperatura e disponibilidade de luz durante o dia, e manejo do minijardim, como podas e fertirrigação diária adequada que possibilitam a nutrição e turgescência das plantas, assim interferindo positivamente em suas condições fisiológicas, garantindo o maior vigor das minicepas e mantendo elevado o percentual de sobrevivência (Borges *et al.*, 2011; Sant'Ana *et al.*, 2023).

Em um estudo realizado por Kielse *et al.* (2015), os autores obtiveram 100% de sobrevivência, durante duas coletas, para minicepas de origem seminal e clonal da espécie *C. trichotoma*, fertirrigadas com três concentrações de solução nutritiva, sugerindo que o uso da fertirrigação contribuiu com o vigor das minicepas e seu estabelecimento no minijardim. Em outro estudo realizado por Pimentel *et al.* (2019) com a espécie nativa erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.), e Mantovani *et al.* (2017) com a espécie canafístula (*Peltophorum dubium* Spreng. Taub.), os autores obtiveram 100% de sobrevivência para as minicepas após sucessivas coletas, sendo esse resultado atribuído às condições ideais de manejo do minijardim, como podas e fertirrigação das plantas.

Alguns fatores, como competição por espaço e luz, idade fisiológica das plantas matrizes e estresse fisiológico causado pelas sucessivas podas/coletas, podem ter influenciado

na mortalidade das minicepas ao longo do tempo. Entretanto, apesar da redução do percentual de sobrevivência das minicepas ao longo das coletas, o valor acima de 80%, obtido até a 4ª coleta, pode ser considerado elevado, demonstrando a viabilidade e o potencial de condução de sucessivas coletas de brotações das progênes de *C. trichotoma* para propagação vegetativa.

No que se refere à produção média de miniestacas, foram observadas variações médias de 1 a 3 unidades produzidas por minicepa em cada coleta, sendo observadas diferenças significativas para os fatores isolados: tipo de miniestaca e época de coleta (Tabela 3).

Tabela 3 - Resumo da análise de variância para o número médio de miniestacas obtidas em minicepas de *C. trichotoma*, em função das progênes, tipo de miniestaca e mês de coleta.

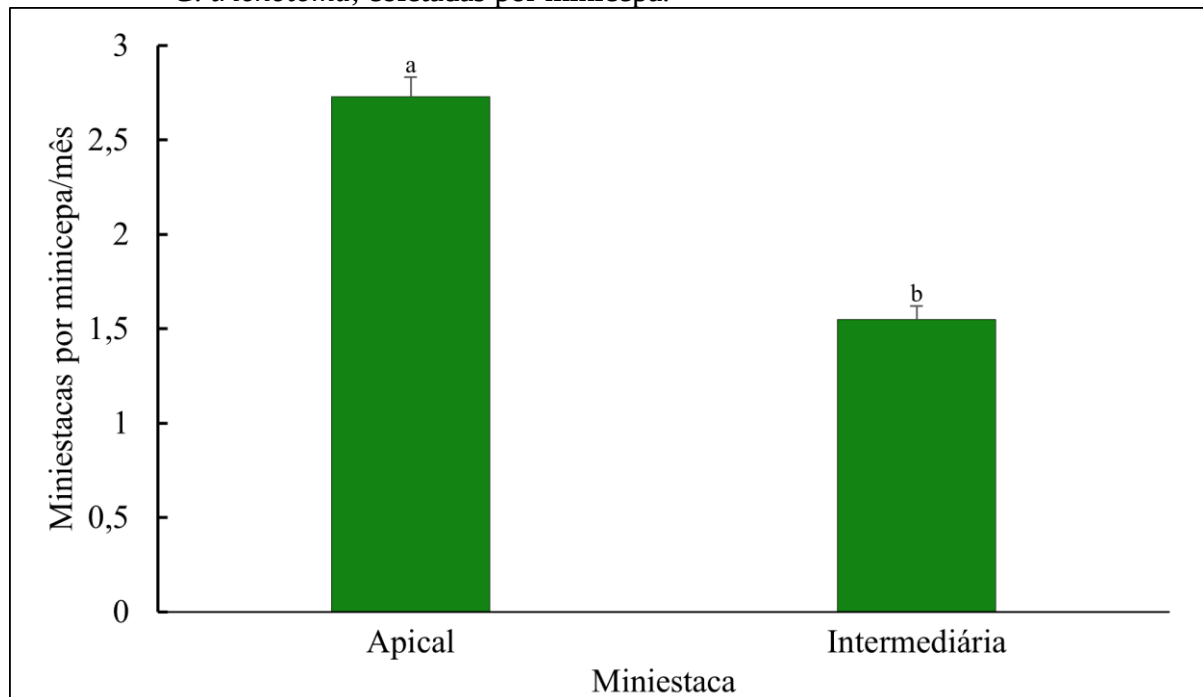
Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios
Progênes (PROG) ¹	3	1,692 ^{ns}
Error A	12	0,489
Miniestacas (MINI) ²	1	55,225**
PROG x MINI	3	0,225 ^{ns}
Error B	16	0,272
Coletas (COL) ³	3	6,742**
PROG x COL	9	0,808 ^{ns}
MINI x COL	3	1,008 ^{ns}
PROG x MINI x COL	9	0,208 ^{ns}
Resíduos	96	0,428
Média	2,13	-
CV ¹ (%)	32,7	-
CV ² (%)	24,39	-
CV ³ (%)	30,61	-

GL = graus de liberdade; CV(%) = Coeficiente de variação; ns = valor não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste F. ** = valor significativo ao nível de 5%.

Fonte: Da autora (2025).

As minicepas apresentaram produção média mensal de 2,75 miniestacas apicais e 1,55 miniestacas intermediárias por minicepa (Figura 6). O maior valor obtido para miniestacas apicais já era esperado, considerando que a quantificação das miniestacas intermediárias depende do desenvolvimento das brotações apicais no intervalo de 30 dias estabelecido entre as coletas.

Figura 6 - Valores médios mensais para o número de miniestacas apicais e intermediárias de *C. trichotoma*, coletadas por minicepa.



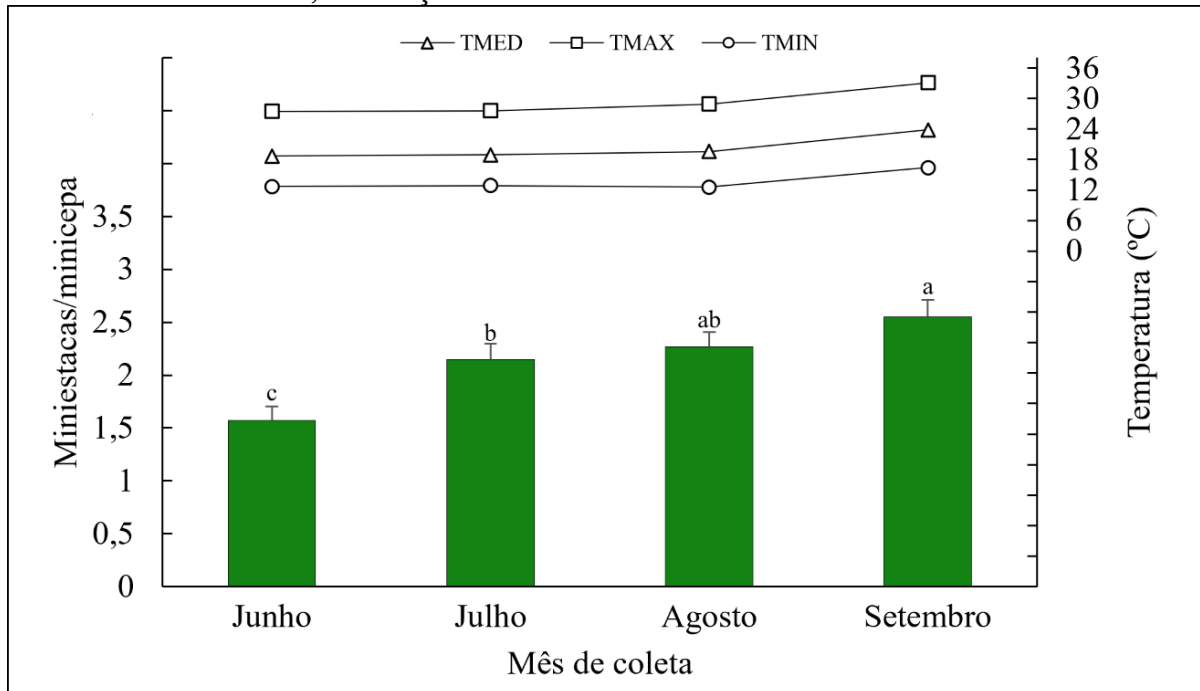
Médias seguidas por mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Dados apresentados como: média $\pm$ erro padrão.

Fonte: Da autora (2025).

Para a espécie *C. trichotoma*, Kielse *et al.* (2015) obtiveram valores semelhantes aos obtidos no presente estudo, alcançando média de 3,8 miniestacas apicais produzidas, ao mês, por minicepa de origem seminal e clonal.

Analisando a produção de miniestacas pelas minicepas, em função do mês de coleta, observa-se que o menor valor médio foi alcançado no primeiro mês de coleta (junho) com 1,57 miniestacas. A partir de agosto, houve um aumento significativo na produção, com a média subindo para 2,27 miniestacas (Figura 7).

Figura 7 - Valores médios de miniestacas coletadas por minicepas das progênes de *C. trichotoma*, em função do mês de coleta.



Médias seguidas por mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. TMED = Temperatura média; TMAX = Temperatura máxima; TMIN = Temperatura mínima. Dados apresentados como: média $\pm$ erro padrão.

Fonte: Da autora (2025).

Silva *et al.* (2019), avaliando a produtividade de minicepas de açoita-cavalo (*Luehea divaricata* Mart. & Zucc) nas diferentes estações do ano, obtiveram média de 4,5 miniestacas por minicepa/mês, com melhor desempenho alcançado durante o verão e a primavera, períodos esses considerados mais quentes. Resultados como esses, embasam a afirmação de que há maximização na produção de miniestacas em determinadas épocas do ano, para determinadas espécies, devido principalmente à elevação da temperatura que proporciona melhores condições fisiológicas para o crescimento e o desenvolvimento de brotações pelas minicepas (Ferriani *et al.*, 2011; Silva *et al.*, 2012). Além disso, à medida que as coletas são realizadas, há o estabelecimento/maturação das minicepas, o que pode proporcionar o melhor vigor e favorecer condições para emissão de brotações (Xavier; Wendling; Silva, 2021).

Freitas (2022) obteve valor médio de 9,8 miniestacas produzidas por minicepa ao mês, para a espécie *C. trichotoma*, e 10,0 para outra espécie do mesmo gênero, *Cordia alliodora*, em que o autor relaciona esses resultados à influência da época de coleta, material genético e tecnologia disponível em relação a outras instalações de viveiro.

Em relação à produtividade das minicepas por metro quadrado ao mês (m^{-2} mês), de acordo com a análise de variância (Tabela 4), houve efeito significativo para a interação das

progênes e o mês de coleta, e entre o tipo de miniestaca e o mês de coleta, evidenciando que o desempenho da produtividade das progênes variou de acordo com período de coleta.

Tabela 4 - Resumo da análise de variância da produtividade de miniestacas (miniestacas m⁻² mês) de *C. trichotoma*, em função das progênes, tipo de miniestaca e mês de coleta.

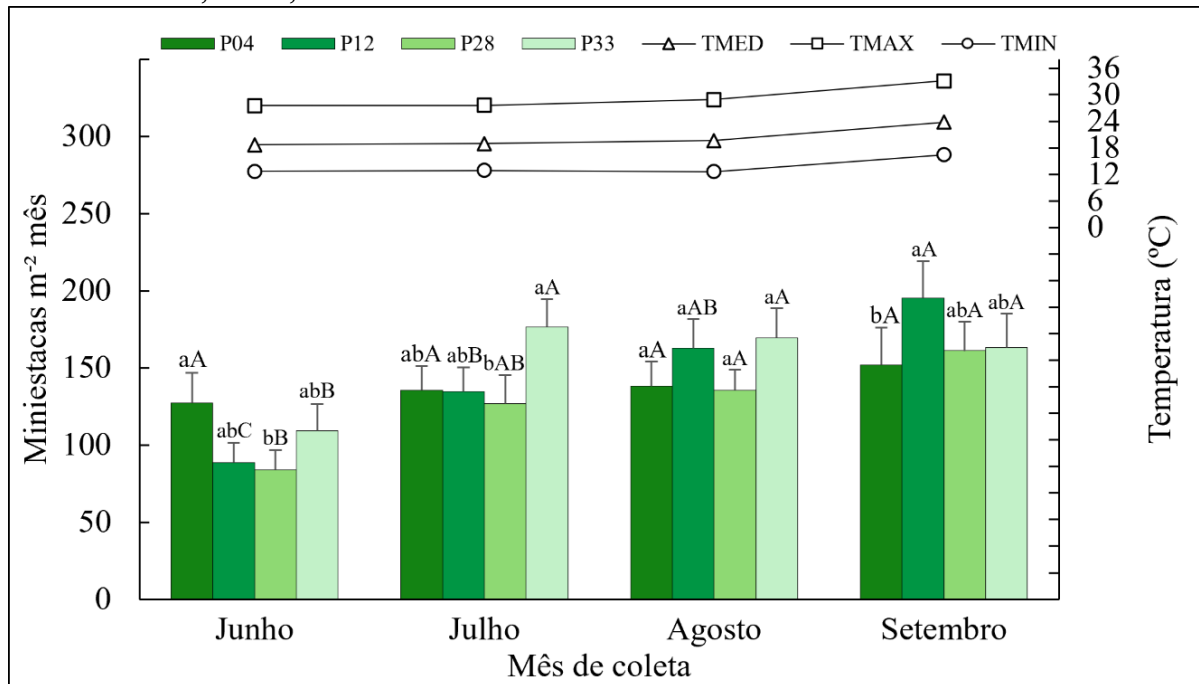
Fonte de Variação	GL	QM
Progênes (PROG) ¹	3	810819,83*
Error A	12	158746,55
Miniestacas (MINI) ²	1	40429144,90**
PROG x MINI	3	166234,17 ^{ns}
Error B	16	63543,49
Coletas (COL) ³	3	4594722,82**
PROG x COL	9	493547,34*
MINI x COL	3	857048,20**
PROG x MINI x COL	9	70923,69 ^{ns}
Resíduos	96	200860,33
Média	141,21	-
CV ¹ (%)	23,19	-
CV ² (%)	14,67	-
CV ³ (%)	26,09	-

GL = graus de liberdade; CV(%) = Coeficiente de variação; ns = valor não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste F. * e ** = valor significativo ao nível de 5% e 1%, respectivamente.

Fonte: Da autora (2025).

Analisando a produtividade de miniestacas por progênie (miniestaca m⁻² mês), nota-se que a progênie P04 não apresentou diferença significativa nas coletas realizadas, alcançando médias que variaram de 127 (1ª coleta) a 152 (4ª coleta) (Figura 8). As progênes P28 e P33 obtiveram um aumento significativo a partir do segundo mês, com valores médios variando de 84 a 161 (P28) e 109 a 163 (P33) para os meses de julho a setembro, respectivamente. Já a progênie P12 apresentou melhores médias a partir da terceira coleta (mês de agosto) com média de 135 miniestacas coletadas nesse mês e 161 produzidos no mês de setembro.

Figura 8 - Valores médios do número de miniestacas de *C. trichotoma* coletadas por metro quadrado ao mês (miniestacas m⁻² mês) nas minicepas das progênes P04, P12, P28, e P33, em cada mês de coleta.



Médias seguidas por mesma letra minúscula não diferem significativamente para diferentes progênes, em um mesmo mês de coleta. Médias seguidas por mesma letra maiúscula não diferem significativamente, para a mesma progênie, ao longo das coletas. TMED = Temperatura média; TMAX = Temperatura máxima; TMIN = Temperatura mínima. Dados apresentados como: média ± erro padrão.

Fonte: Da autora (2025).

Quando analisada a produtividade entre as progênes em relação ao mês de coleta (Figura 8), para o mês de junho, os maiores valores médios foram alcançados pelas progênes P04, P12 e P33. Já na segunda coleta (mês de julho), as progênes mantiveram o desempenho crescente com destaque para a progênie P33 que teve um aumento de 67 miniestacas m⁻² mês coletadas, quando comparada com o mês anterior. No mês de agosto, a produtividade manteve-se uniforme para todas as progênes. Na quarta coleta, a progênie P12 seguida pelas progênes P33 e P28 apresentaram maiores médias. A P04, mesmo diferindo da P12, manteve valores elevados em comparação aos períodos anteriores.

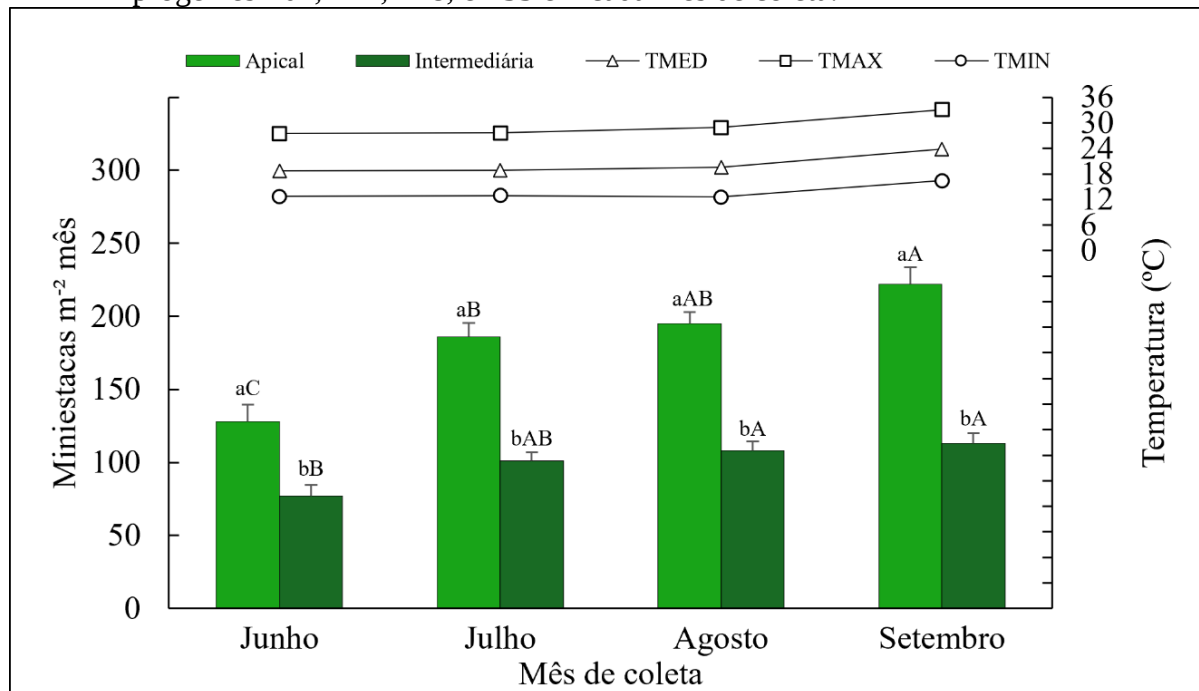
A produção de miniestacas para a maioria das progênes teve seu menor valor numérico alcançado no mês de junho, período esse em que a temperatura média da região de Lavras foi de 18,7 °C, o que poderia acarretar a redução do metabolismo das plantas, fazendo que haja redução das atividades enzimáticas e acúmulo de carboidratos. Na medida em que as coletas são realizadas, a temperatura média dos meses seguintes aumenta, possibilitando aceleração das atividades metabólicas e das taxas fotossintéticas e consecutivamente a maior

produção e uso eficiente dos carboidratos acumulados durante o período mais frio (Taiz; Zeiger, 2013).

Outros fatores a serem destacados, referem-se à adaptação das minicepas ao ambiente, sugerindo que nos primeiros meses as plantas poderiam estar investindo – gastando energia – em seu estabelecimento radicular, e as suas reações às condições de manejo de sucessivas podas, em que se tem, continuamente, a quebra da dominância apical. Com isso, a retirada de tecidos “mais velhos” da parte apical das plantas, favorece a redução das concentrações de auxinas na parte apical e redistribuição de hormônios, como citocinina nas gemas laterais, favorecendo a emissão contínua de novos tecidos em cada coleta (Bellini *et al.*, 2014; Greenwood; Day; Schatz, 2010; Taiz; Zeiger, 2013). Além disso, podas podem favorecer a formação de brotações epicórmicas próximas ao local podado, multiplicando os pontos de coletas de brotações (Xavier; Wendling; Silva, 2021).

Na Figura 9 nota-se um comportamento crescente na produção de miniestacas apicais e intermediária que evidencia que a produtividade média de ambas miniestacas sofre influência da época de coleta, em que se tem aumento de produção, para miniestacas apicais, a partir do mês de agosto com 195 miniestacas m^{-2} mês, com melhor produção no mês de setembro, com 222 miniestacas m^{-2} mês. Já a produtividade de miniestacas intermediárias, apresentou aumento significativo a partir da 2ª coleta (mês de julho) com 101 miniestacas m^{-2} mês.

Figura 9 - Valores médios do número de miniestacas apicais e intermediárias de *C. trichotoma* coletadas por metro quadrado ao mês (miniestacas m⁻² mês) nas minicepas das progênies P04, P12, P28, e P33 em cada mês de coleta.



Médias seguidas por mesma letra minúscula não diferem significativamente para tipo de miniestaca em cada período de coleta. Médias seguidas por mesma letra maiúscula não diferem significativamente para o mesmo tipo de miniestaca, ao longo das coletas. TMED = Temperatura média; TMAX = Temperatura máxima; TMIN = Temperatura mínima. Dados apresentados como: média $\pm$ erro padrão.

Fonte: Da autora (2025).

No geral, além de influenciar no percentual de sobrevivência das minicepas, fatores como adubação, irrigação, genótipos e condições de temperatura ambiente também podem interferir na produtividade do minijardim (Brondani *et al.*, 2012; Oliveira *et al.*, 2019).

Apesar de naturalmente já se esperar o maior número de miniestacas apicais (Figura 9), mesmo considerando o menor intervalo de coletas, o número de miniestacas intermediárias está relacionado ao intervalo de 30 dias estabelecido entre cada coleta que permitiu o desenvolvimento de brotações com comprimento médio variando entre 9 e 12 cm (p -valor > 0,05), assim possibilitando a quantificação, coleta e preparo de miniestacas intermediárias.

Caso haja redução do intervalo de tempo entre coletas, é possível que haja maior obtenção de propágulos apicais em curto espaço de tempo, o que garante também a maximização da produção ao longo de sucessivas coletas dentro de um mesmo mês.

4 CONCLUSÕES

As minicepas das progênes de *C. trichotoma* apresentam viabilidade para obtenção de propágulos dentro do período analisado, até a quarta coleta, mantendo-se percentual médio de sobrevivência acima de 80%.

A obtenção de miniestacas/minicepa varia conforme o genótipo e o período de coleta, com maximização da produção durante períodos mais quentes para todas as progênes.

Em relação à produtividade (miniestacas m⁻² mês), as progênes P12, P28 e P33 se destacaram.

Considerando o intervalo de 30 dias entre as coletas, o uso de miniestacas intermediárias, obtidas especialmente no mês de setembro, apresenta-se como uma opção que possibilita a maximização da coleta de propágulos.

REFERÊNCIAS

- BANDEIRA, F. S.; XAVIER, A.; OTONI, W. C.; LANI, E. R. G. Aclimatização ex vitro de plantas propagadas pela enxertia in vitro de clones de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, n. 5, 2007. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/488/48831501.pdf>. Acesso em: 03 fev. 2025.
- BELLINI, C., PACURAR, D. I., PERRONE, I. Adventitious roots and lateral roots: similarities and differences. **Annual review of plant biology**, v.65, p.639-666, 2014. DOI: 10.1146/annurev-arplant-050213-035645.
- BORGES, S. R.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L. S. de; MELO, L. A. de; ROSADO, A. M. Enraizamento de miniestacas de clones híbridos de *Eucalyptus globulus*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 425-434, 2011. DOI: 10.1590/S0100-67622011000300006.
- BRONDANI, G. E.; BACCARIN, F. J. B.; BERGONCI, T.; GONÇALVES, M. A. Miniestaquia de *Eucalyptus benthamii*: Efeito do genótipo, AIB, zinco e coleta de brotações. **Cerne**, Lavras, v. 20, n. 1, p. 147-156, jul./set., 2014. DOI: 10.1590/S0104-77602014000100018.
- BRONDANI, G. E.; WENDLING, I.; BRONDANI, E. A.; ARAUJO, M. A.; SILVA, A. L. L.; GONÇALVES, A. N. Dynamics of adventitious rooting in mini-cuttings of *Eucalyptus benthamii* x *Eucalyptus dunnii*. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 34, n. 2, p. 169-178, abr./jun., 2012. DOI: 10.4025/actasciagron.v34i2.13059.
- DIAS, P. C.; OLIVEIRA, L. S.; XAVIER, A.; WENDLING, I. Estaquia e miniestaquia de espécies florestais. **Pesquisa florestal brasileira**, Colombo, v. 32, n. 72, p. 453-462, out./dez. 2012. DOI: 10.4336/2012.pfb.32.72.453.
- DIAS, P.C.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L.S.; CORREIA, A.C.G.; BARBOSA, G.A. Tipo de miniestaca e de substrato na propagação vegetativa de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan). **Ciência Florestal**, v.25, n.4, p.909-919, out./nov., 2015. DOI: 10.5902/1980509820593.

FERRIANI A. P.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; HELM, C. V.; BOSA, WENDLING, I.; KOEHLER, H. S. Produções de brotações e enraizamento de miniestacas de *Piptocarpha angustifolia*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 31, n. 67, p. 257-264, 2011. DOI: 10.4336/2011.pfb.31.67.257.

FREITAS, F. A. **Otimização da produção de mudas por miniestaquia de *Cariniana legalis*, *Cariniana estrellensis*, *Cordia alliodora* e *Cordia trichotoma***. 106f. Orientador: Aloísio Xavier. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa, MG, 2022. DOI: 10.47328/ufvbbt.2023.397.

GREENWOOD, M. S.; DAY, M.; SCHATZ, J. Separating the effects of tree size and meristem maturation on shoot development of grafted scions of red spruce (*Picea rubens* Sarg.). **Tree Physiology**, Canadá, v. 30, p. 459-468, 2010. DOI: 10.1093/treephys/tpq004.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Banco de dados meteorológicos: Lavras – MG (Estação 83687). 2024. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: 10 out. 2024.

KIELSE, P; BISOGNIN, D. A.; HAYGERT, K. L.; MELLO, U. S.; PIMENTEL, N.; RAUBE, M. A. Roduction and rooting of cordia - *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. Mini-cuttings collected from ministumps of asexual and seminal origin. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 7, p.1164-1166, jul., 2015. DOI: 10.1590/0103-8478cr20131011.

LOPES, A. S.; TSUKAMOTO FILHO, A. A.; BRONDANI, G. E.; MATOS, S. E.; OLIVEIRA, T. M.; BARBOSA FILHO, J.; FONSECA, R. M. C.; NICÁCIO, P. R. Produtividade de minicepas de *Eucalyptus urophylla* S. T Blake em função da solução nutritiva e coleta de brotações. **Nativa**, Sinop, v.4, n.1, p.44-47, jan./fev., 2016. DOI: 10.14583/2318-7670.v04n01a09.

MANTOVANI, N.; ROVEDA, M.; TRES, L.; FORTES, F. O.; GRANDO, M. F. Cultivo de canafístula (*Peltophorum dubium*) em minijardim clonal e propagação por miniestacas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 225-236, jan./mar., 2017. DOI: 10.5902/1980509826461.

NEUBERT, V. D. F; XAVIER A.; PAIVA, H. N. D.; DIAS, P.C.; GALLO, R. Production of mini-cuttings and the influence of leaf reduction on rooting of vinhático (*Plathymenia foliolosa* Benth.). **Revista árvore**, Viçosa, v.41, p. 1-9, 2017. DOI: 10.1590/1806-90882017000400002.

OLIVEIRA, T. P. F.; BARROSO, D. G.; LAMÔNICA, K. R.; CARVALHO, G. C. M. W. Aplicação de AIB e tipo de miniestacas na produção de mudas de *Handroanthus heptaphyllus* Mattos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 313-320, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509821128>.

OLIVEIRA, T. P. F.; BARROSO, D. G.; LAMÔNICA, K. R.; MORAIS, T. C. B.; CARVALHO, G. C. M. W. Exigência nutricional e produtividade em minijardim clonal de *Toona ciliata* var. *australis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 3, p. 1154-1167, 2019. DOI: 10.5902/1980509821276.

PESSANHA, S. E. G. L.; BARROSO, D. G.; BARROS, T. C.; OLIVEIRA, T. P. F.; CARVALHO, G. C. M. W.; CUNHA, M. Limitações na produção de vinhático (*Plathymenia reticulata* Benth) por miniestaquia. *Ciência Florestal*, v. 28, n. 4, p. 1688-1703, 2018. DOI: 10.5902/1980509835317.

PIMENTEL, N.; LENCINA, K.; KIELSE, P.; RODRIGUES, M. B. Produtividade de minicepas e enraizamento de miniestacas de clones de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 2, p. 1-12, abr./jun. 2019. DOI: 10.5902/1980509827009.

SANT'ANA, B. T.; BERUDE, M. C.; FALETTI, CALDEIRA, M. V. W.; GONÇALVES, E. O. Produtividade de minicepas e enraizamento de miniestacas de sapucaia (*Lecythis lanceolata*). **Pesquisa Florestal Brasileira**, [S. l.], v.43, 2023. DOI: 10.4336/2023.pfb.43e201901931.

SILVA, K. B.; REINIGER, L. R. S.; RABAIOLLI, S. M. S.; STEFANEL, C. M.; ZIEGLER, A. C. F. Produtividade de minicepas e enraizamento de miniestacas de *Luehea divaricata* Mart. & Zucc. nas diferentes estações do ano. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 47, n. 122, p. 294-302, jun., 2019. DOI: 10.18671/scifor.v47n122.12.

SILVA, M. P. S, BARROSO, D. G.; SOUZA, J. S.; FERREIRA, D. A.; CARNEIRO, J. G. A. Enraizamento de miniestacas e produtividade de minicepas de cedro australiano manejadas em canaletões e tubetes. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 4, p. 703-713, oct./dec, 2012. DOI: 10.5902/198050987552.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. 5. Ed. **Porto Alegre: Artmed**, 2013.

WENDLING, I.; STUEPP, C. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Araucaria clonal forestry: types of cuttings and mother tree sex in field survival and growth. **Cerne** Lavras, v. 22, p. 19-26, 2016. DOI: 10.1590/01047760201622012105.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. Silvicultura clonal: princípios e técnicas. **3 ed.** UFV, 279 p. 2021.

ARTIGO 2 – MINIASTAQUIA DE PROGÊNIES DE *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud.

RESUMO

Considerando a variabilidade genética entre progênies de uma determinada espécie, estabelecer estudos que avaliem o seu desenvolvimento inicial quando submetida à técnica de miniestaquia é essencial para o estabelecimento de um programa de melhoramento genético. Com isso, objetivou-se avaliar a propagação vegetativa de progênies de *C. trichotoma* via miniestaquia. A coleta de miniestacas foi realizada durante os meses de agosto de 2024 e setembro de 2024, em um minijardim seminal constituído por quatro progênies (P04, P12, P28 e P33) de *C. trichotoma*. Foram confeccionadas miniestacas apicais e intermediárias com média de 7 cm de comprimento e 2 mm de diâmetro, mantendo-se um par de folhas, com redução de 50% da área foliar e aplicação de 2500 mg L⁻¹ de AIB. As miniestacas foram estaqueadas em tubetes de 55 cm³, preenchidos com substrato à base de 30% de substrato comercial, 20% de casca de arroz semicarbonizada e 50% de fibra de coco e, abrigadas em casa-de-vegetação com temperatura média de 27 °C e UR ≥ 85%. O experimento foi instalado em blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 2 x 2, com cinco blocos e parcelas compostas por 20 miniestacas. Após 60 dias de estaqueamento, foram quantificados os percentuais de sobrevivência, de enraizamento, de formação de calos e de emissão de brotações das miniestacas. Os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk e de Bartlett a 5% de significância. Posteriormente, os dados foram submetidos à ANOVA e ao teste de Tukey (p-valor<0,05) utilizando o programa R Studio. O percentual de sobrevivência foi acima de 60% para todas as progênies. Em ambos os meses de coleta, as miniestacas intermediárias apresentaram percentuais acima de 85% de sobrevivência, diferindo-se das apicais que tiveram seu maior percentual, 62%, apenas no mês de setembro. Quanto ao enraizamento, os maiores percentuais foram alcançados pela P04 e P28, sendo que as miniestacas intermediárias da P28 obtiveram percentual de 40%, sendo superior às demais miniestacas apicais e intermediárias das outras progênies. Para o mês de coleta, os maiores percentuais de enraizamento foram obtidos no mês de setembro com destaque para as progênies P04 e P28 que alcançaram, respectivamente, 46% e 48%, representando um aumento de 8,2 e 4,3 vezes o percentual de enraizamento das miniestacas do mês anterior. Para a formação de calos, o maior percentual foi obtido pelas miniestacas coletadas em agosto, tendo 57% das miniestacas intermediárias e 24% de apicais apresentando calos. Já para a emissão de brotos, o maior percentual foi proveniente de miniestacas intermediárias que apresentaram 50% da emissão total. Quanto ao mês de coleta, em setembro observou-se 52% das miniestacas com presença de brotos. Conclui-se que o percentual de sobrevivência e o enraizamento adventício de miniestacas das progênies de *C. trichotoma* variam em relação ao genótipo, mês de coleta e o tipo de miniestaca. As progênies P04, P12 e P28 atreladas ao mês de setembro mostram-se com maior potencial para propagação via miniestaquia, principalmente quando se faz o uso de miniestacas intermediárias.

Palavras-chave: minijardim seminal; enraizamento adventício; louro-pardo.

ABSTRACT

Considering the genetic variability between progenies of a given species, establishing studies that evaluate their initial development when subjected to the mini-cutting technique is essential for establishing a genetic improvement program. The aim of this study was to evaluate the vegetative propagation of *C. trichotoma* progenies via mini-cutting. Mini-cuttings were collected during the months of August 2024 and September 2024 from a mini seed garden made up of four progenies (P04, P12, P28 and P33) of *C. trichotoma*. Apical and intermediate mini-cuttings averaging 7 cm in length and 2 mm in diameter were made, keeping one pair of leaves, with a 50% reduction in leaf area and the application of 2500 mg L⁻¹ of AIB. The mini-cuttings were staked in 55 cm³ tubes filled with a substrate based on 30% commercial substrate, 20% semi-carbonized rice husk and 50% coconut fibre and housed in a greenhouse with an average temperature of 27°C and RH ≥ 85%. The experiment was set up in randomized blocks, in a 4 x 2 x 2 factorial design, with five blocks and plots made up of 20 mini-cuttings. After 60 days of staking, the percentages of survival, rooting, callus formation and sprouting of the mini-cuttings were quantified. The data was subjected to the Shapiro-Wilk test and Bartlett's test at 5% significance. Subsequently, the data was submitted to ANOVA and Tukey's test (p-value<0,05) using the R Studio program. The survival rate was above 60% for all the progenies. In both collection months, the intermediate mini-cuttings had survival rates of over 85%, unlike the apical mini-cuttings, which had the highest survival rate, 62%, only in September. As for rooting, the highest percentages were achieved by P04 and P28, with P28's intermediate mini-cuttings achieving a percentage of 40%, which was higher than the other apical and intermediate mini-cuttings from the other progenies. For the month of collection, the highest rooting percentages were obtained in September, with the highlights being progenies P04 and P28, which achieved 46% and 48% respectively, representing an increase of 8.2 and 4.3 times the rooting percentage of the mini-cuttings from the previous month. In terms of callus formation, the highest percentage was obtained by the mini-cuttings collected in August, with 57% of the intermediate mini-cuttings and 24% of the apical mini-cuttings showing callus. As for the emission of shoots, the highest percentage came from intermediate mini-cuttings, which showed 50% of the total emission. As for the month of collection, 52% of the mini-cuttings had shoots in September. It can be concluded that the percentage of survival and adventitious rooting of mini-cuttings from *C. trichotoma* progenies varies according to genotype, month of collection and type of mini cutting. Progenies P04, P12 and P28 collected in September showed the greatest potential for propagation via mini-cutting, especially when intermediate mini-cuttings were used.

Keywords: seedling garden; adventitious rooting; louro-pardo.

1 INTRODUÇÃO

Dentre as espécies florestais nativas pouco estudadas e com potencial de uso para fins comerciais e, ou conservacionistas, a espécie *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud, conhecida popularmente como louro, louro-pardo, freijó, canela-batata ou ipê-bravo, vem se destacando por possuir características de interesse econômico, social e ambiental. A espécie apresenta madeira considerada nobre e de fácil manuseio, com bom acabamento para uso industrial na fabricação de laminados, obras de luxo, além de ser recomendada para recomposição florestal em áreas de preservação permanente, reflorestamento, arborização urbana, entre outras utilidades (Grings; Brack, 2011).

A produção de mudas da espécie *C. trichotoma* é majoritariamente feita com o uso de sementes, porém, tem sido limitada, uma vez que suas sementes possuem baixa tolerância ao dessecação, quando não coletada corretamente, ocasionando a perda da viabilidade quando submetida ao armazenamento (Lorenzi, 2008), além de apresentarem germinação lenta e irregular, acarretando um sistema de produção de mudas com baixa uniformidade (Carvalho, 2006; Felippi *et al.*, 2012; Silva *et al.*, 2021).

Uma das possíveis soluções para mitigar as dificuldades da produção de mudas via sementes é adotar a propagação vegetativa via miniestaquia que, além de ser uma técnica de propagação, permite a seleção de indivíduos superiores e a produção em massa, com maior controle genético das características de interesse, obtendo-se mudas com boas condições morfológicas, fisiológicas e sanitárias em curto período e, homogeneidade nos plantios (Dias *et al.*, 2012; Silva *et al.*, 2021). Estudos realizados com a espécie *C. trichotoma* têm avaliado a aptidão da espécie à propagação vegetativa (Avino *et al.*, 2022; Faganello *et al.*, 2015; Kielse *et al.*, 2013; Kielse *et al.*, 2015; Silva *et al.*, 2021).

Além da escolha correta da técnica de propagação, deve-se considerar a seleção de indivíduos que apresentem características desejáveis, como o bom desenvolvimento em altura e diâmetro, enraizamento, capacidade produtiva e adaptativa às diferentes condições ambientais. Para isso, destaca-se a seleção de genótipos superiores a partir de matrizes selecionadas como uma das etapas mais importantes dentro do sistema de propagação das espécies, assim, possibilitando o estabelecimento de plantios alinhados com as características de interesse (Xavier; Wendling; Silva, 2021).

A avaliação do desenvolvimento inicial de progênies - principalmente em minijardins seminais e, ou clonais - considerando a ampla variabilidade genética entre os indivíduos, obtidas a partir de matrizes superiores selecionadas, estimula o estabelecimento de um programa de melhoramento genético para espécies florestais nativas visando maximizar os

ganhos genéticos das características de interesse (Costa *et al.*, 2005; Kubota *et al.*, 2015; Silva *et al.*, 2013). De acordo com Wendling (2004), a clonagem de famílias, por meio de material juvenil de origem seminal, apresenta-se com uma ferramenta em potencial para melhorar a qualidade das plantas propagadas, uma vez que, mesmo que não se tenha certeza do genótipo multiplicado, é possível se ter estimativas de superioridade dos progenitores.

Silva *et al.* (2021), testando o resgate vegetativo de progênies de *C. trichotoma* via indução de brotos epicórmicos em galhos maduros, observaram alta capacidade de brotação epicórmica, com ampla variação entre as progênies e baixa porcentagem de enraizamento adventício, sendo que apenas oito das 18 progênies foram passíveis de clonagem. Esse resultado demonstra a variabilidade das diferentes progênies no potencial de enraizamento ressaltando a importância dos testes de progênies na seleção dos indivíduos a serem propagados.

De modo geral, as pesquisas voltadas para a otimização dos diferentes métodos de propagação das espécies nativas, como a *C. trichotoma*, ainda são incipientes, sobretudo, na seleção de progênies com genótipos superiores, não havendo tecnologia e protocolo definidos para o desenvolvimento comercial, estando a maioria das pesquisas voltadas para as espécies dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*. Sendo assim, a realização de novos estudos sobre a aplicação da técnica e seleção de indivíduos é fundamental para suprir lacunas referentes à produção da espécie por meio da propagação vegetativa (Faganello *et al.*, 2015), contribuindo com a conservação de material genético e reproduzindo indivíduos com alta qualidade fisiológica, morfológica e sanitária.

Diante do exposto, a presente pesquisa teve como objetivo avaliar o potencial de propagação de progênies de *C. trichotoma* por meio da técnica de miniestaquia, buscando entender os fatores que influenciam a sobrevivência e o enraizamento dos propágulos, contribuindo para o desenvolvimento de protocolos mais eficientes de propagação vegetativa da espécie.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de instalação do experimento

O experimento foi instalado na casa-de-vegetação automatizada do Viveiro Florestal da Universidade Federal de Lavras – UFLA, no município de Lavras - MG.

2.2 Coleta e enraizamento das miniestacas

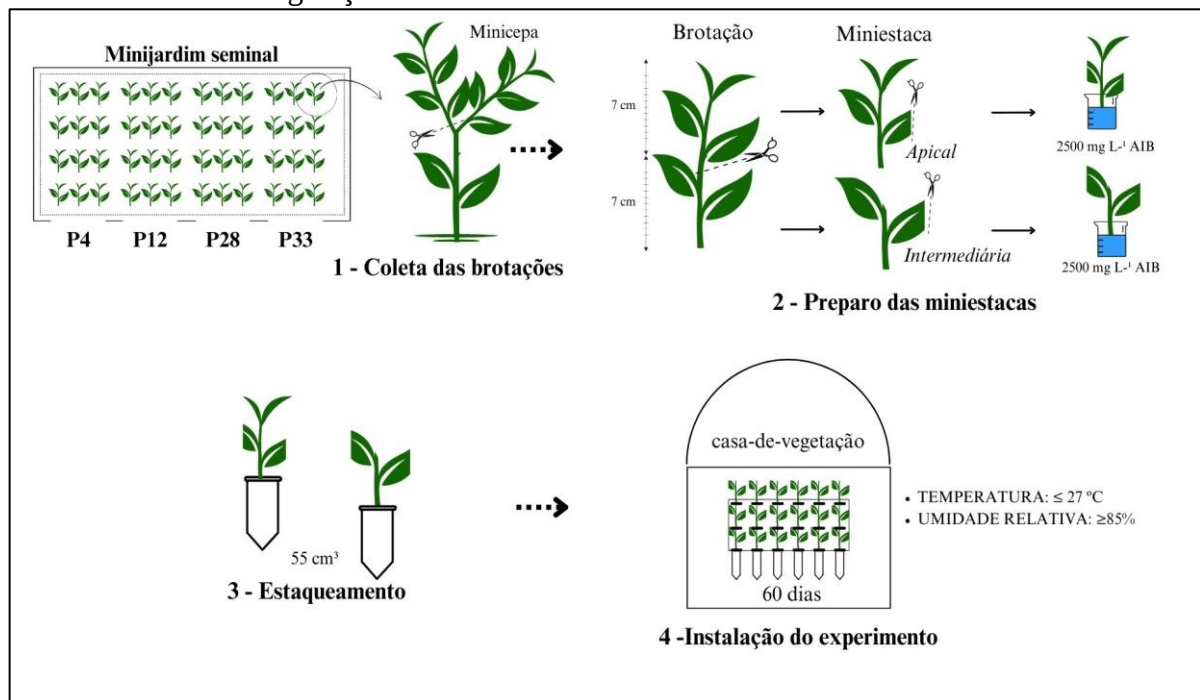
A coleta das miniestacas para enraizamento adventício foi realizada em um minijardim seminal da espécie *C. trichotoma* durante os meses de agosto e setembro de 2024. O minijardim seminal, instalado em março de 2024, era composto por minicepas de quatro progênies (P04, P12, P28 e P33) da espécie *C. trichotoma*, as quais, desde então, passaram por sucessivas coletas de brotações.

Foram confeccionadas miniestacas apicais e intermediárias com média de 7 cm de comprimento e 2 mm de diâmetro do colo. O preparo ocorreu com um corte em bisel na base das miniestacas, mantendo-se um par de folhas com redução de 50% da área foliar, visando reduzir perdas excessivas de água por transpiração. No momento de coleta, as miniestacas foram mantidas em bandejas de plástico preenchidas com água, até o momento de estaqueamento, para evitar a desidratação e a oxidação dos propágulos. A coleta, o preparo e o estaqueamento das miniestacas foram realizadas entre 7:00 e 8:30 da manhã.

Anteriormente ao estaqueamento, a base das miniestacas foi submersa por um período de 30 segundos, em solução de 2500 mg L⁻¹ ácido indol-3-butírico (AIB) diluído em solução hidroalcoólica (1:1 de água + álcool 95%), visando potencializar o enraizamento adventício. Após a aplicação do regulador de crescimento, as miniestacas foram estaqueadas em tubetes de 55 cm³, preenchidos com substrato à base de 30% de substrato comercial da linha MaxFértil, 20% de casca de arroz semicarbonizada e 50% de fibra de coco e abrigadas em casa-de-vegetação do Viveiro Florestal, com sistema de irrigação por nebulização acionada automaticamente, mantendo-se temperatura média até 27 °C e umidade relativa maior ou igual a 85%.

O experimento foi instalado em delineamento de blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 4 x 2 x 2, sendo o primeiro fator correspondente às progênies P04, P12, P28 e P33, o segundo fator ao tipo de miniestaca (apical ou intermediária) e o terceiro fator ao período de coleta (agosto ou setembro). O experimento contou com cinco blocos e 20 miniestacas por parcela. O resumo das atividades está ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Representação da etapa de coleta de brotações, preparo e estaqueamento das miniestacas apicais e intermediárias de *C. trichotoma*, seguida pela alocação em casa-de-vegetação.



Fonte: Da autora (2025).

2.3 Variáveis analisadas

Após 60 dias de estaqueamento, foram quantificadas: a porcentagem de sobrevivência das miniestacas, sendo consideradas vivas aquelas, com a presença ou não de raízes adventícias, que apresentaram ausência de necrose ou colapso dos tecidos; a porcentagem de enraizamento, sendo consideradas enraizadas aquelas que apresentaram emissão de raízes, com tamanho maior ou igual a 1 cm ou raízes visualizadas na base dos tubetes. Além disso, foram quantificados os percentuais de calos e brotações emitidas pelas miniestacas. Para avaliação do percentual de sobrevivência, de enraizamento, com exceções daquelas que apresentaram raízes visíveis ao final do tubete, e de calos, empregou-se o método destrutivo, ou seja, houve a retirada dos materiais vegetais do tubete para a devida visualização.

2.4 Processamento e análise dos dados

Os dados foram submetidos ao teste de pressupostos de normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e homogeneidade de variância pelo teste de Bartlett, a 5% de significância. Os dados do percentual de enraizamento e brotações emitidas pelas miniestacas passaram por transformação de arco seno ($\arcsen(x)$) para atender os pressupostos estatísticos. Os dados

foram submetidos à análise de variância e, quando observadas diferenças significativas entre as médias, realizou-se o Tukey (p -valor $<0,05$) utilizando o programa estatístico R Studio.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os maiores valores médios para sobrevivência das miniestacas foram alcançados pelas progênies P12 e P04 com 78% e 69%, respectivamente, seguido pelas progênies P28 com 67% e P33 com 64%. De acordo com a análise de variância (Tabela 1), houve interação significativa entre o tipo de miniestaca e a época de coleta.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para o percentual de sobrevivência (SOB), percentual de enraizamento (ENR), percentual de calos (CALO) e percentual de brotações (BROTA) nas miniestacas de *C. trichotoma*, após 60 dias de estaqueamento, em função das progênies, tipo de miniestaca e mês de coleta.

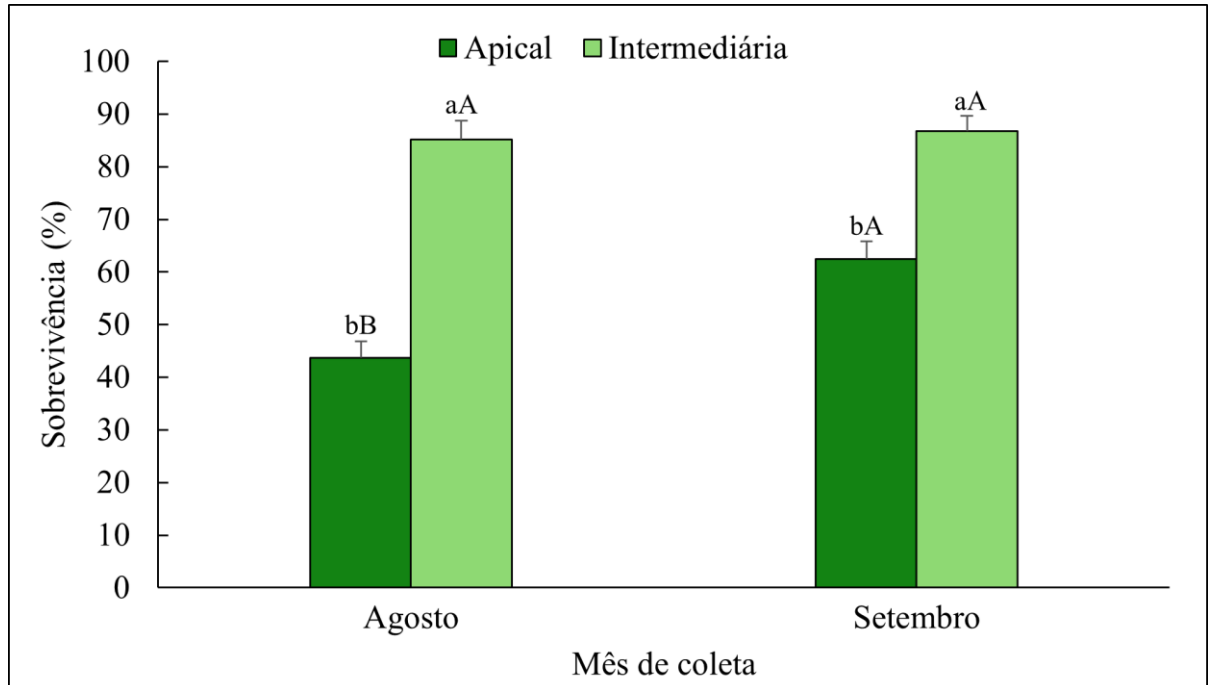
Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		SOB ¹	ENR ¹	CALO	BROTA
		----- (%) -----			
Blocos	4	0,0911*	0,02453 ^{ns}	135,68 ^{ns}	19,55 ^{ns}
Progênies (PROG)	3	0,0998*	0,18357**	441,89 ^{ns}	596,4184
Miniestacas (MINI)	1	3,4914**	0,06311*	8982,44**	14855,337**
Coletas (COL)	1	0,2383**	4,11579**	7216,58**	19647,9864**
PROG × MINI	3	0,0519 ^{ns}	0,15244*	182,65 ^{ns}	382,6670 ^{ns}
PROG × COL	3	0,0552 ^{ns}	0,04763*	53,21 ^{ns}	62,1959 ^{ns}
MINI × COL	1	0,1579*	0,02164 ^{ns}	2798,50**	39,4945 ^{ns}
PROG × MINI × COL	3	0,0309 ^{ns}	0,00592 ^{ns}	126,082 ^{ns}	428,0862 ^{ns}
Resíduo	60	0,0291	0,01572	217,013	224,732
Total	75	-	-	-	-
Média	-	72,38	20,78	30,90	36,46
CV (%)	-	19,6	30,68	47,68	41,12

GL = graus de liberdade; CV(%) = coeficiente de variação; ns = valor não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste F. * e ** = valor significativo ao nível de 5% e 1%, respectivamente. ⁽¹⁾ Dados transformados por arco seno (arcsen (x)).

Fonte: Da autora (2025).

Nos meses de agosto e setembro, as miniestacas intermediárias apresentaram percentual médio de sobrevivência acima de 85% (Figura 2). O maior percentual de sobrevivência das miniestacas apicais foi alcançado no mês de setembro, com 62%, sendo inferior ao percentual de sobrevivência das miniestacas intermediárias para este mês.

Figura 2 - Valores médios para o percentual de sobrevivência de miniestacas apicais e intermediárias de *C. trichotoma*, aos 60 dias após o estaqueamento, em função do mês de coleta.



Médias seguidas por mesma letra minúscula não diferem significativamente para tipo de miniestaca em cada período de coleta. Médias seguidas por mesma letra maiúscula não diferem significativamente para o mesmo tipo de miniestaca, ao longo das coletas. Dados apresentados como: média $\pm$ erro padrão.

Fonte: Da autora (2025)

Normalmente, as plantas acumulam mais reservas energéticas durante o inverno e potencializam o uso durante o início da primavera (setembro), devido principalmente às mudanças na temperatura ambiente, quando se tem efeito sobre as atividades enzimáticas e reações metabólicas, possibilitando a maior capacidade de redirecionar seus recursos como nutrientes e água, proporcionando melhores condições para emissão de brotações com maior vigor que pode garantir o sucesso e estabilização dos propágulos coletados (Taiz *et al.*, 2017; Wigge, 2013). Assim, a maior concentração de reservas energéticas em seus tecidos, como carboidratos, que são essenciais para o desenvolvimento inicial de raízes adventícias (Ferreira *et al.*, 2012; Xavier; Wendling; Silva, 2021), pode ter contribuído para o maior percentual de sobrevivência das miniestacas intermediárias.

Outro fator importante a ser considerado refere-se à resistência estrutural das brotações, em que na sua seção intermediária e basal, os tecidos tendem a ser mais lignificados (Wendling; Xavier, 2001) e, por isso, podem obter maior resistência e capacidade

de manterem-se hidratados, ou seja, túrgidos, garantindo o estabelecimento – sobrevivência – das miniestacas.

Geralmente, estacas herbáceas apresentam maior capacidade de emissão de raízes adventícias, entretanto, exigem maior controle das condições do ambiente durante a etapa de enraizamento devido à sua menor resistência à desidratação dos tecidos. Em contrapartida, estacas lenhosas apresentam maiores chances de sobrevivência por terem maior resistência à desidratação e à variação de temperatura e umidade do ambiente (Wendling; Trueman; Xavier, 2014; Zottele *et al.*, 2020), o que justifica o maior percentual de sobrevivência para miniestacas intermediárias (lenhosas).

Durante o monitoramento do experimento, foram observadas que as miniestacas apicais apresentavam menor capacidade de manterem-se hidratadas, ocasionando o murchamento, seguido pela perda da turgescência, acarretando o aumento da mortalidade dos propágulos (Figura 3).

Figura 3 - Tombamento de miniestaca apical (A) de *C. trichotoma*, seguido pela desintegração dos tecidos, cinco dias após o estaqueamento (B).



Fonte: Da autora (2025).

Freitas (2022) obteve percentuais elevados para a sobrevivência de miniestacas de *C. trichotoma*, com 91% para miniestacas apicais e 95% para basais, aos 60 dias de instalação do experimento. Para a espécie do mesmo gênero, louro-freijó (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Cham), o mesmo autor obteve 97% de sobrevivência para ambos os tipos de miniestaca. Na

propagação via estaquia radicular da espécie *C. trichotoma*, Kielse *et al.* (2013), observaram que a porcentagem de sobrevivência dos propágulos foi influenciada pela posição de coleta e pelo tamanho das estacas, em que as basais e intermediárias com 3 cm e 5 cm apresentaram percentuais acima de 50%, indicando baixo potencial morfogênico das miniestacas apicais.

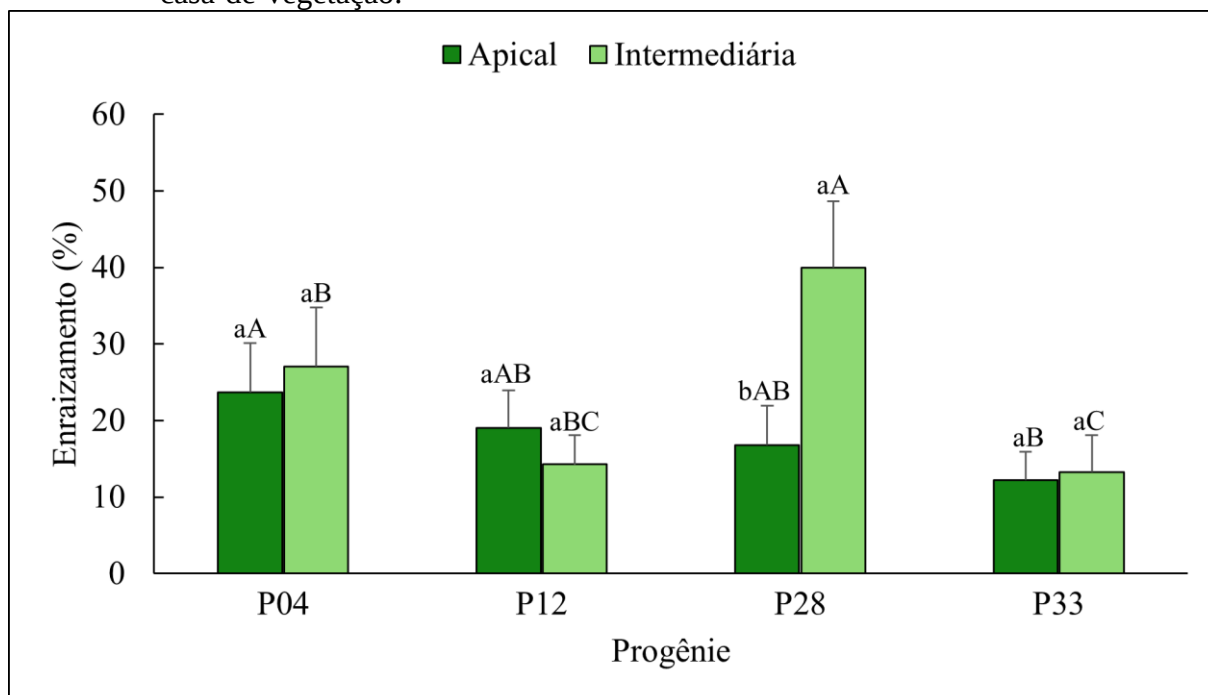
Avaliando a propagação de *C. trichotoma* por miniestacas provenientes de brotos e de raízes de plantas adultas, Bisognin *et al.* (2020), observaram 100% de mortalidade para ambos os tipos de miniestacas após 80 dias de cultivo. Segundo os autores, o resultado deveria estar relacionado à dessecação dos propágulos, considerando que a ausência de raízes pode dificultar a absorção de água, enquanto as folhas e brotações perdem água pré-existentes nos tecidos por transpiração (Lima *et al.*, 2011).

De modo geral, é importante considerar a variação genética entre os indivíduos - sejam eles de uma mesma espécie ou não - condições de manejo, épocas de propagação, posições de coleta, entre outros fatores, que podem influenciar na sua capacidade de sobrevivência (Dias *et al.*, 2015; Ferreira *et al.*, 2012), uma vez que os resultados alcançados na presente pesquisa não seguem a tendência dos resultados encontrados na literatura para outras espécies, como angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan) (Dias *et al.*, 2015), que apresentam maiores percentuais de sobrevivência para propágulos apicais.

Em relação ao percentual de enraizamento (ENR) das miniestacas, houve efeito significativo para interação entre as progênies e tipo de miniestaca e entre progênies e época de coleta (Tabela 1).

As progênies P28 e P04 apresentaram maiores valores médios para percentual de enraizamento, alcançando 57% e 52% de enraizamento, respectivamente. Para a progênie P28, dos 57%, 40% foram obtidos pelas miniestacas intermediárias, sendo esse resultado é superior ao percentual obtido pelas apicais e intermediárias das demais progênies (p -valor<0,05) (Figura 4). A progênie P04 não apresentou diferença entre o tipo de miniestaca, com valores médios para intermediária de 27% e 24% para apical, não diferindo dos percentuais obtidos pela progênie P12. O menor valor médio foi obtido pela P33 que apresentou percentual de enraizamento abaixo de 15% para ambas as miniestacas.

Figura 4 - Valores para o percentual de enraizamento das miniestacas apicais e intermediárias de *C. trichotoma*, para diferentes progênes, após 60 dias do estaqueamento em casa-de-vegetação.



Médias seguidas por mesma letra minúscula não diferem significativamente entre o tipo de miniestaca, para a mesma progênie. Médias seguidas por mesma letra maiúscula não diferem significativamente entre as progênes, para o mesmo tipo de miniestaca. Dados apresentados como: média $\pm$ erro padrão.

Fonte: Da autora (2025).

O comportamento das miniestacas apicais ilustrado na figura 3 pode estar associado à condição herbácea do material vegetal, desequilíbrio hormonal, baixas reservas nutricionais, menor capacidade de retenção hídrica, entre outros fatores conforme relatado por Hartmann *et al.* 2011, Lima *et al.* 2011 e Taiz *et al.* 2017, o que ocasionou o menor percentual de sobrevivência das miniestacas e, consecutivamente, ao menor percentual de enraizamento obtido pelos propágulos apicais da progênie P28.

Os resultados obtidos para o percentual de enraizamento entre as progênes de *C. trichotoma* também podem estar associados ao potencial genético para regeneração e produção de raízes adventícias que podem variar dentro de uma mesma espécie, gênero e, ou família. Plantas que emitem brotações com maior reserva de carboidratos e nutrientes, tendem a apresentar maior percentual de enraizamento (Hartmann *et al.*, 2011). Considerando esses fatores, é possível sugerir que as progênes P28 e P04 apresentaram maior capacidade de produzir brotações com maior capacidade de emitir raízes, uma vez que as progênes receberam os mesmos tratamentos e condições de manejo, como podas, condições de temperatura e umidade e uso de hormônio regulador de crescimento durante a realização do experimento.

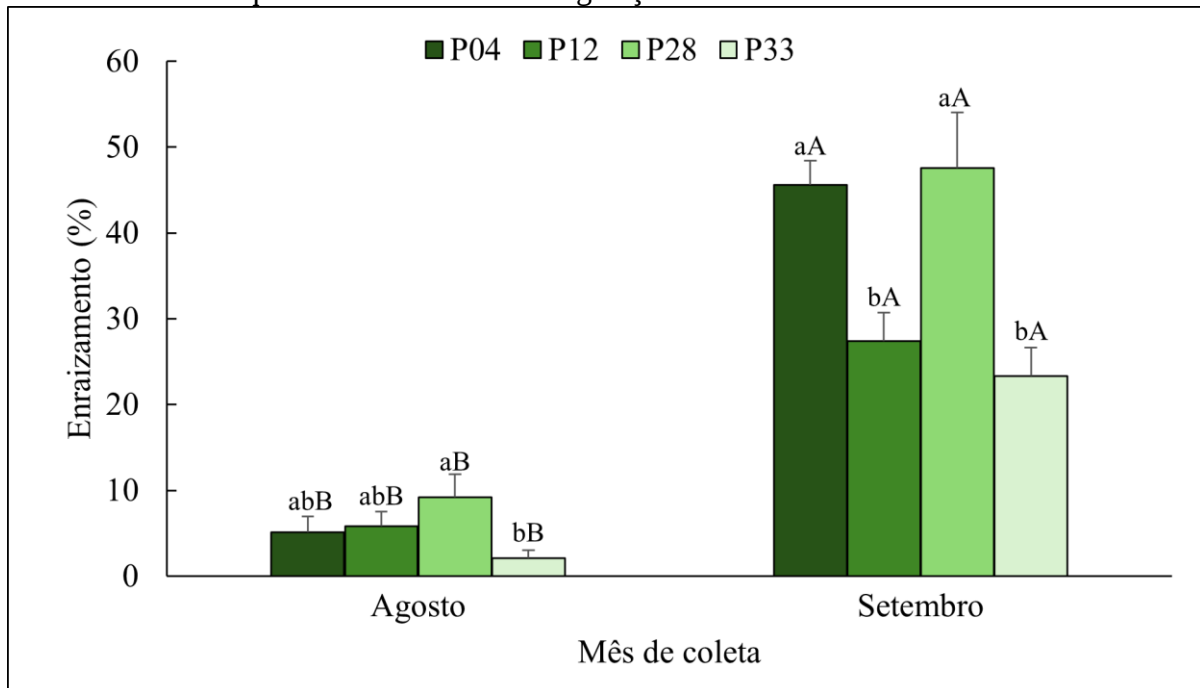
Resultados em que se tem maior percentual de enraizamento para miniestacas intermediárias foram encontrados por Schroeder e Velozo (2014), para a espécie do mesmo gênero, sálvia-negra (*Cordia curassavica*), alcançando 60% de enraizamento em comparação com 43% das apicais.

Em outro estudo comparando diferentes tipos de propágulos, Hernández *et al.* (2012) demonstraram que miniestacas apicais proporcionaram ganhos expressivos no enraizamento de estacas de pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*). Já Silva *et al.* (2010), obtiveram percentual acima de 85% para miniestacas de guanandi (*Calophyllum brasiliense*), não havendo diferença entre miniestacas apicais e intermediárias. Sá *et al.* (2022) não obtiveram diferença significativa para o percentual de enraizamento de miniestacas apicais e intermediárias de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A.St.-Hil.). Freire *et al.* (2020) relatam que o uso de miniestacas basais é uma técnica viável para propagação de garapa (*Apuleia leiocarpa* (vogel) J. F. Macbr.). Já Melo *et al.* (2012), testando a propagação vegetativa de candeia (*Eremanthus erythropappus*) por meio da estaquia, obtiveram melhores resultados para o enraizamento com estacas apicais, apesar de indicarem a utilização de miniestacas intermediárias como forma de maximizar o número de mudas obtidas em resgate vegetativo de materiais selecionados no campo.

De modo geral, os valores totais (apical + intermediária) obtidos pelas progênes P04 e P28, acima de 50%, podem ser considerados elevados, tendo em vista que na maioria dos trabalhos realizados com a mesma espécie, os percentuais de enraizamento são inferiores aos encontrados para essas duas fontes de propágulos. Por exemplo, Faganello *et al.* (2015) que, mesmo utilizando 8000 mg L de AIB, alcançaram apenas 28,9% de enraizamento para miniestacas de *C. trichotoma*. Já Kielse *et al.* (2015), obtiveram 38,3% de enraizamento para miniestacas de *C. trichotoma* obtidas de minicepas de origem assexuada, enquanto aquelas provenientes de minicepas de origem seminal foram de apenas 1,6%.

Quanto ao enraizamento nas diferentes épocas de estaqueamento (Figura 5), o percentual de enraizamento manteve-se abaixo de 10% no mês de agosto para todas as progênes. O maior percentual de enraizamento foi obtido no mês de setembro, com maiores percentuais alcançados pelas miniestacas provenientes das progênes P04 e P28 que apresentaram, respectivamente, 46% e 48%, representando, respectivamente, um aumento de 8,2 e 4,3 vezes em relação aos percentuais de enraizamento das miniestacas no mês anterior. Já as progênes P12, com 28% e P33, com 23%, representam, respectivamente, um aumento de 4,4 e 10,5 vezes do percentual alcançado no mês anterior.

Figura 5 - Valores médios para o percentual de enraizamento das miniestacas de *C. trichotoma*, em função de diferentes progênes e mês de coleta, aos 60 dias após o estaqueamento em casa-de-vegetação.



Médias seguidas por mesma letra minúscula não diferem significativamente entre progênes, para o mesmo mês de coleta. Médias seguidas por mesma letra maiúscula não diferem significativamente para a mesma progênie, em diferentes meses de coleta. Dados apresentados como: média $\pm$ erro padrão.

Fonte: Da autora (2025).

A variação no percentual de enraizamento entre os meses de agosto e setembro pode estar relacionada com as condições fisiológicas das minicepas, sazonalidade e à qualidade e vigor das brotações coletadas em cada período. No mês de setembro, início da primavera, é possível que haja maior desenvolvimento da atividade metabólica para determinadas plantas, aumentando a produção de carboidratos e hormônios essenciais ao enraizamento, como as auxinas (Hartmann *et al.*, 2011; Pizzatto *et al.*, 2011). Com base nisso, é possível considerar que as miniestacas da espécie *C. trichotoma* coletadas em setembro apresentavam maior vigor e maturação, refletindo no percentual de enraizamento, principalmente para as progênes P04 e P28.

No geral, cada espécie pode responder de forma diferente às diferentes condições às quais é submetida, o que dependerá de suas características fisiológicas e ecológicas. A espécie *C. trichotoma* é considerada caducifólia, integrando o grupo de espécies florestais que passam por um período de repouso vegetativo, que consiste na redução de suas atividades morfofisiológicas durante épocas desfavoráveis ao seu crescimento (Ferriani *et al.*, 2011), o que pode acarretar, por exemplo, na produção de brotos menos vigorosos e,

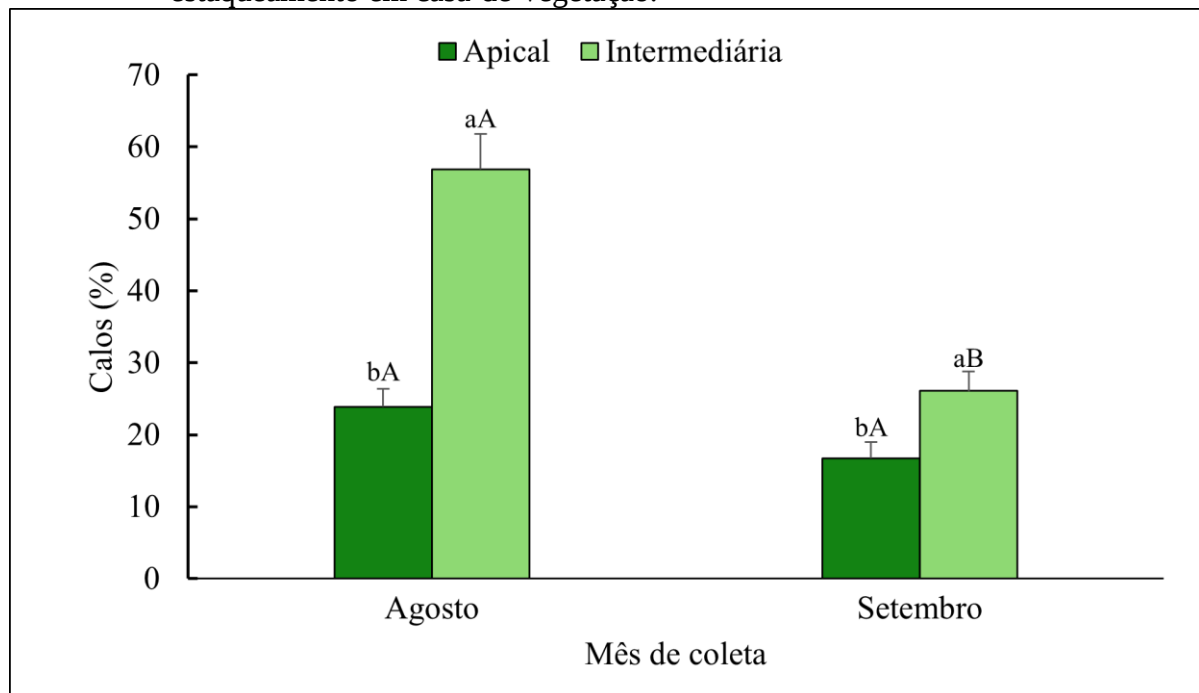
consequentemente, na redução do potencial de enraizamento de miniestacas. Com o aumento da temperatura, a planta volta com seu crescimento vegetativo, possibilitando a emissão de brotos de melhor qualidade morfofisiológica (Oliveira *et al.*, 2016) e, consecutivamente, favorecendo o enraizamento adventício das miniestacas.

Somavilla (2018) obteve melhor resultado para o enraizamento de miniestacas de *C. trichotoma* durante o verão, com tendência de redução no percentual de enraizamento durante o inverno. Pires *et al.* (2015), também obtiveram melhores resultados para a propagação de araucária (*Araucaria angustifolia*) em épocas mais quentes. Já Pimentel *et al.* (2019), observaram que o percentual de enraizamento de miniestacas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.), foi influenciado tanto pelo genótipo quanto pela sazonalidade, sendo que os propágulos vegetativos coletados no outono e no inverno possibilitaram as maiores respostas de enraizamento das miniestacas.

Para formação de calos (CALO) nas miniestacas, a análise de variância evidencia interação significativa entre o tipo de miniestaca e o período de coleta (Tabela 1).

O maior percentual de calos foi alcançado no mês de agosto, com 57% das miniestacas intermediárias e 24% das apicais apresentando calos. Para o mês de setembro, o percentual foi de 26% para intermediárias e 17% para apicais (Figura 6).

Figura 6 - Valores médios do percentual de miniestacas apicais e intermediárias de *C. trichotoma* com calos, em função do mês de coleta, aos 60 dias após o estaqueamento em casa-de-vegetação.

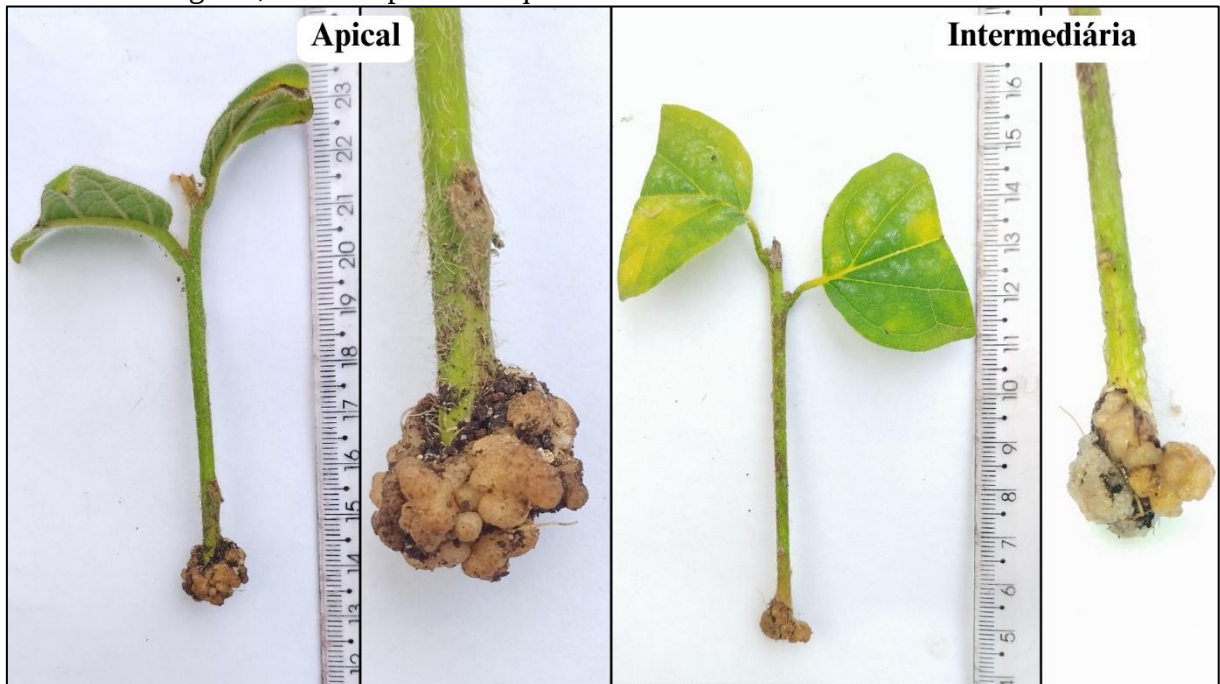


Médias seguidas por mesma letra minúscula não diferem significativamente para tipo de miniestaca em cada período de coleta. Médias seguidas por mesma letra maiúscula não diferem significativamente para o mesmo tipo de miniestaca, ao longo das coletas. Dados apresentados como: média $\pm$ erro padrão.

Fonte: Da autora (2025).

Assim como para o restante das variáveis analisadas, a formação de calos pode estar relacionada a diversos fatores fisiológicos e ambientais. Sugere-se que no mês de agosto, as minicepas apresentavam metabolismo reduzido devido às temperaturas e fotoperíodo, o que pode ter limitado a diferenciação celular necessária para a formação de raízes adventícias, favorecendo a formação de calos (Hartmann *et al.*, 2011). Na figura 7, observa-se a presença de calos em miniestacas apicais e intermediárias.

Figura 7- Presença de calos nas miniestacas das progênes de *C. trichotoma* coletadas no mês de agosto, 60 dias após o estaqueamento.



Fonte: Da autora (2025).

As brotações coletadas durante o mês de agosto podem ter apresentado menor vigor, reserva de carboidratos e nutrientes, levando ao amarelecimento das folhas das miniestacas (figura 7), indicando o esgotamento das reservas nutritivas. Tais fatores refletiram na predominância de respostas celulares não especializadas, devido à falta de condições ideais para o desenvolvimento vegetativo. Com o aumento da temperatura e fotoperíodo, a otimização da atividade metabólica pode ter estimulado o processo de diferenciação celular para a formação de raízes adventícias, reduzindo a ocorrência de calos durante o mês de setembro.

Mesmo com o uso do regulador de crescimento AIB para a formação de raízes adventícias, desbalanços hormonais causados pelas concentrações de auxinas e citocinas na planta também podem ter influenciado no comportamento inverso entre a formação de calos e a emissão de raízes, onde se tem a estimulação e proliferação celular, favorecendo a formação de calos em vez de promover a diferenciação celular para formação de raízes adventícias, especialmente em miniestacas menos vigorosas ou em períodos menos favoráveis (Hartmann *et al.*, 2011; Xavier; Wendling; Silva, 2021).

No mês de setembro, com as melhores condições fisiológicas das brotações, aliadas à mesma dose de AIB, é possível que tenha ocorrido o favorecimento de uma resposta mais eficiente das miniestacas, em que se tem o redirecionamento do estímulo hormonal para a

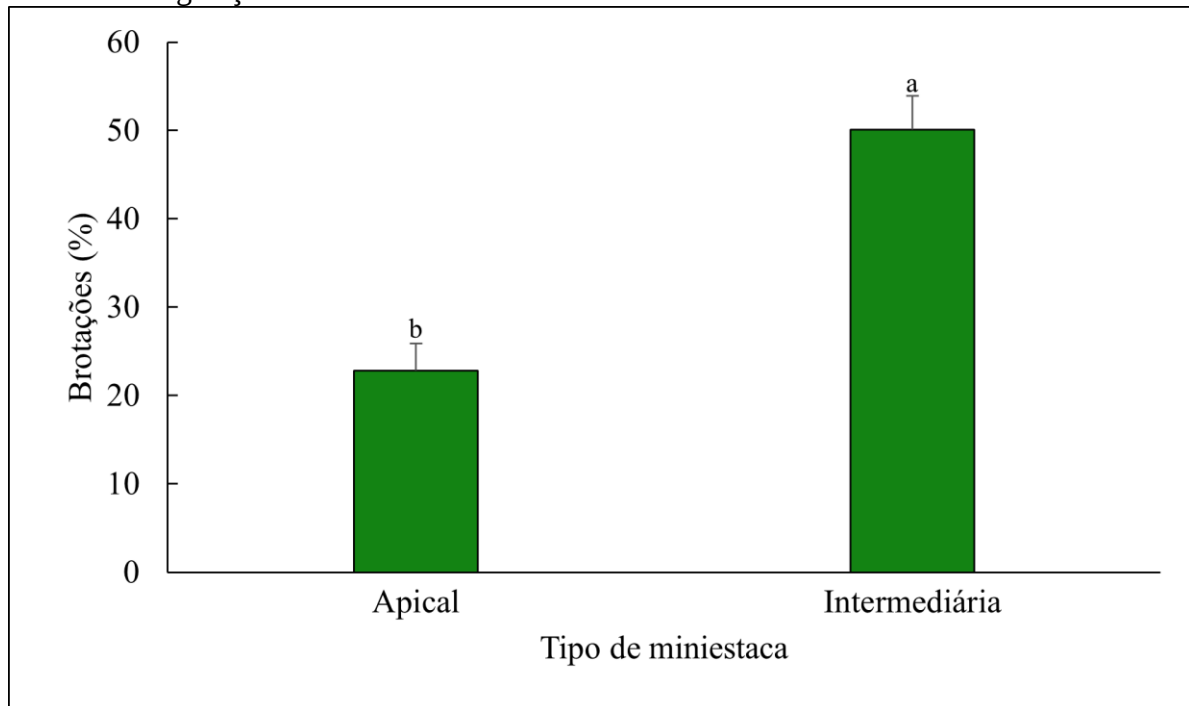
formação de raízes adventícias, reduzindo o percentual de calos. Isso sugere que o estado fisiológico das miniestacas, as condições sazonais e o balanço hormonal (endógeno e ou obtido por meio da aplicação exógena) são cruciais para determinar a formação de calos e, ou raízes.

Pimentel *et al.* (2019) encontraram maior formação de calos em diferentes clones de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) durante o inverno, sugerindo que as condições de sazonalidade influenciam na calogênese. Já Silva *et al.* (2019), observaram que a formação de calos em miniestacas da espécie açoita-cavalo (*Luehea divaricata* Mart. & Zucc) foi de baixa (7,5%) a moderada (20%), sendo superior no outono. Para a espécie vassourão-branco (*Piptocarpha angustifolia*), Ferriani *et al.* (2011) observaram efeito da época de coleta das brotações sobre a formação de calos, em que o maior percentual ocorreu nas miniestacas coletadas no outono, seguido da primavera, e inverno com 37,4%, 8,8% e 5,0%, respectivamente. Tais resultados demonstram a variabilidade entre espécies e épocas de coleta.

Para emissão de brotações (BROTA), as miniestacas das progênies apresentaram valores médios entre 33% e 43% ($p\text{-valor} > 0,05$), havendo efeito significativo apenas para o tipo de miniestaca e época de coleta (Tabela 1).

O maior percentual de emissão de brotos pelas progênies foi proveniente de miniestacas intermediárias, que apresentaram 50% da emissão total. Para as apicais, o percentual foi de 23% (Figura 8).

Figura 8 - Valores médios do percentual de miniestacas apicais e intermediárias de *C. trichotoma* com brotações, aos 60 dias após o estaqueamento em casa-de-vegetação.



Médias seguidas por mesma letra não diferem significativamente para o percentual médio de brotações. Dados apresentados como: média $\pm$ erro padrão.

Fonte: Da autora (2025).

No geral, a emissão de brotos está diretamente associada ao balanço energético e hormonal dos propágulos, devido à ação direta do fitormônio citocinina e à prioridade metabólica entre sobrevivência, formação de calos e enraizamento (Xavier; Wendling; Silva, 2021).

Assim como ressaltado para as outras variáveis, o alto percentual obtido pelas miniestacas intermediárias de *C. trichotoma* podem ser relacionados a fatores endógenos e exógenos à planta, como tipo de manejo e miniestaca, genótipo, condições fisiológicas dos propágulos, balanço hormonal, entre outros fatores.

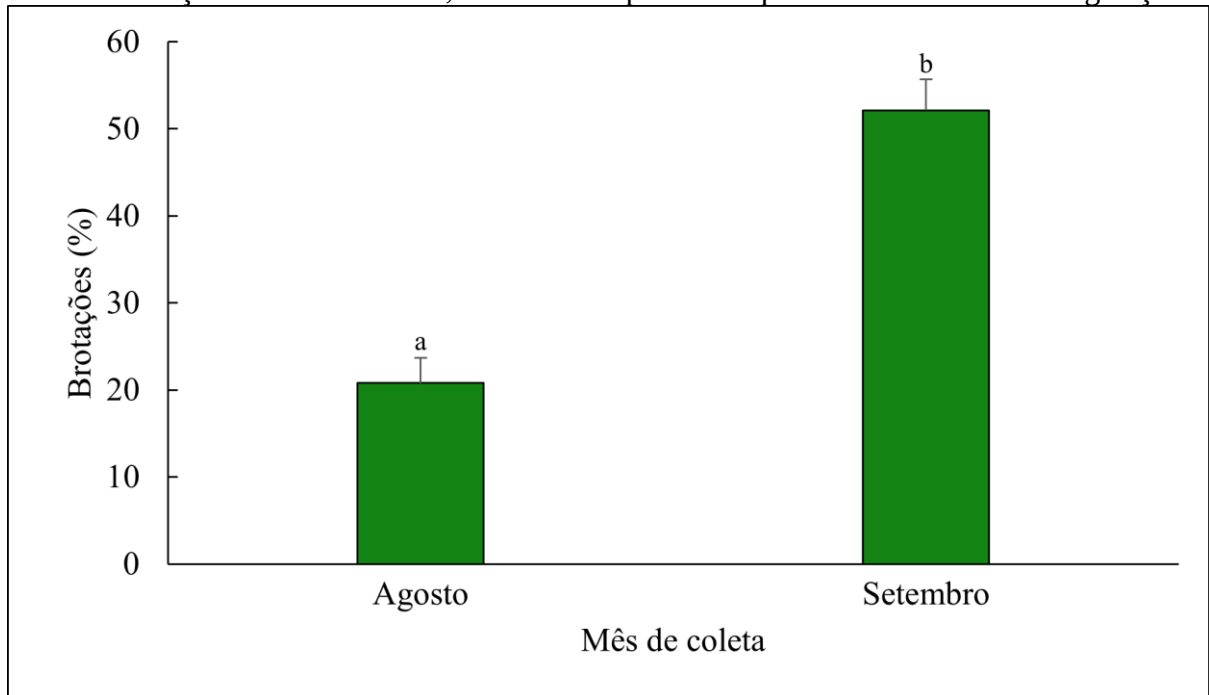
Schroeder & Velozo (2014) obtiveram percentual médio de 61% de brotações para miniestacas intermediárias, enquanto miniestacas apicais apresentaram 25% para uma espécie do mesmo gênero, *Cordia curassavica*. Em outro estudo realizado por Faganello *et al.* (2015), os autores obtiveram apenas 17,3% de emissão de brotos em estacas de origem seminal de *C. trichotoma*. Para a mesma espécie, Kielse *et al.* (2015) verificaram percentual médio de 26% de brotos emitidos por estacas radiculares com diâmetro de 1,6-2,5 cm. Já Heberle (2010), não observou diferenças significativas entre o percentual de brotações de miniestacas basais (53%) e apicais (45%).

Os percentuais de enraizamento obtidos pelas miniestacas intermediárias na presente pesquisa foram superiores aos encontrados para as apicais ($p\text{-valores} < 0,05$) (Tabela 1), o que pode justificar o maior percentual de brotações, isso porque a formação de raízes adventícias possibilita a melhor absorção de água e nutrientes que favorecem a expansão da parte aérea. Além disso, com o sistema radicular desenvolvido, há uma maior produção de hormônios, como as citocininas, que são transportadas para a parte aérea e estimulam o desenvolvimento das gemas (Taiz; Zeiger, 2013). No geral, a realocação de reservas energéticas presentes nas miniestacas intermediárias, associadas ao suporte estrutural proporcionado pelas raízes, permite que a planta direcione sua energia para o crescimento vegetativo.

No entanto, é importante destacar que o alto percentual de emissão de brotos nem sempre reflete a um resultado positivo, uma vez que os propágulos podem emitir brotações mesmo não apresentando sistema radicular, fazendo com que os indivíduos gastem energia com o desenvolvimento da parte aérea antes mesmo de iniciar e, ou concluir o desenvolvimento de suas raízes. O desenvolvimento equilibrado entre raiz e parte aérea é de suma importância para o sucesso da propagação, isso por que a formação precoce de brotos sem o sistema radicular desenvolvido pode acarretar o esgotamento das reservas energéticas das miniestacas, comprometendo a qualidade e vigor das mudas (Xavier; Wendling; Silva, 2021)

Assim como observado para a sobrevivência e emissão de raízes adventícias, os maiores valores médios para brotações foram alcançados no mês de setembro, com 52% de brotos emitidos. Em agosto o percentual médio foi de 21% (Figura 9), destacando novamente a influência do período de coleta na capacidade de emissão de brotos pelas miniestacas.

Figura 9 - Valores médios para brotações de miniestacas das progênes de *C. trichotoma*, em função do mês de coleta, aos 60 dias após o estaqueamento em casa-de-vegetação.



Médias seguidas por mesma letra não diferem significativamente para o percentual médio de brotações. Dados apresentados como: média $\pm$ desvio padrão.

Fonte: Da autora (2025).

Tais resultados podem estar relacionados a fatores ambientais, como aumento da temperatura e fotoperíodo. Para os meses de agosto e setembro de 2024, a temperatura média da região de Lavras – MG, foi de 19,6 °C e 23,8 °C, respectivamente (INMET, 2024). À medida que há o aumento da temperatura ambiente, é possível que haja a maior síntese de carboidratos e, conseqüentemente, maior vigor vegetativo dos propágulos (Hartmann *et al.*, 2011; Taiz; Zeiger, 2013), o que garante maiores reservas energéticas que podem ser direcionadas à formação e ao desenvolvimento da parte aérea das miniestacas.

Além de considerar a relação entre o percentual de brotações e enraizamento das miniestacas, ressalta-se a influência da sazonalidade no vigor vegetativo dos propágulos. Em épocas favoráveis, a planta utiliza com mais eficiência seus recursos energéticos, promovendo o seu crescimento vegetativo tanto do sistema radicular quanto da parte aérea (Ferreira *et al.*, 2012; Taiz *et al.*, 2017; Wigge, 2013). Assim, é possível que, durante o mês de setembro, as miniestacas coletadas apresentavam maior vigor para estabelecerem-se e investir no desenvolvimento da parte aérea.

Outro fator importante a ser considerado refere-se ao balanço hormonal entre auxina e citocinina, que pode determinar formação de raízes adventícias e brotações. Maiores concentrações de auxina favorecem a formação de raízes, enquanto a maior quantidade de

citocinina estimula a emissão de brotos (Hartmann *et al.*, 2011). Com isso, mesmo que os propágulos não apresentem sistema radicular desenvolvido, as altas concentrações de citocinina nos tecidos vegetais podem induzir a formação de brotações.

De modo geral, com os resultados obtidos na presente pesquisa, ressalta-se a importância da realização de estudos que visem identificar o potencial de enraizamento adventício dos diferentes tipos de miniestacas, bem como considerar a variabilidade genética dos indivíduos e as condições de sazonalidade que potencializem a coleta de brotos mais vigorosos, possibilitando a maximização da eficiência da propagação vegetativa de espécies, como a *C. trichotoma*, via miniestaquia.

4 CONCLUSÕES

O percentual de sobrevivência e enraizamento adventício de miniestacas das progênes de *C. trichotoma* varia em relação ao genótipo, mês de coleta e ao tipo de miniestaca utilizada.

Todas as progênes obtiveram percentual médio de sobrevivência acima de 60%, com destaque para as progênes P04 e P12, com 69% e 78%, respectivamente.

As miniestacas intermediárias mostraram-se mais vigorosas em ambos os períodos de estaqueamento, com percentuais de sobrevivência acima de 85%.

Os maiores percentuais de enraizamento foram observadas nas progênes P04 e P28, que apresentaram valores médios totais (apical + intermediário) de 57% e 51%, respectivamente, com destaque para miniestacas intermediárias, que foi de 40% (P28).

O mês de agosto proporcionou maior formação de calos nas miniestacas intermediárias, enquanto no mês de setembro, observou-se maiores percentuais para a emissão de brotações pelas miniestacas intermediárias, estando esse resultado atrelado, em grande parte, ao estabelecimento do sistema radicular das miniestacas para esse mês e, consecutivamente, ao seu crescimento vegetativo.

REFERÊNCIAS

- AVINIO, R. S.; MALHEIROS, A. C.; MACULAN, L. G.; GAZZANA, D.; LECINA, K. H.; TONETTO, T. S.; BISOGNIN, D. A. Rooting of mini-cuttings and quality of plantlets of *Cordia trichotoma*. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.57, 2022. DOI: 10.1590/S1678-3921.pab2022.v57.02970.
- BISOGNIN, D. A.; KIELSE, P.; LECINA, K. H.; MELLO, U. S. Vegetative propagation of *Cordia trichotoma* (vell.) arrab. ex steud. by cuttings from shoots and roots. **Cerne**, Lavras, v.26, n.2, abr./jun., 2020. DOI: 10.1590/01047760202026022732.

CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. **Colombo: Embrapa Florestas**, v. 2, 2006. Disponível em: <https://www.embrapa.br/florestas/publicacoes/especies-arboreas-brasileiras>. Acesso em: 10 ago. 2024.

COSTA, R. B.; RESENDE, M. D. V.; CONTINI, A. Z.; REGO, F. L. H.; ROA, R. A. R.; MARTINS, W. J. Avaliação genética dentro de progênies de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), na região de Caarapó, MS, pelo procedimento REML/BLUP. **Ciência Florestal**, Santa Maria, n. 15, p. 371-376, out./dez., 2005. DOI: 10.5902/198050981874.

DIAS, P. C. OLIVEIRA, L. S. O.; XAVIER, A.; WENDLING, I. Estaquia e miniestaquia de espécies florestais lenhosas do Brasil. **Pesquisa Flora Brasileira**, Colombo, v. 32, n. 72, p. 453-462, out./dez., 2012. DOI: 10.4336/2012.pfb.32.72.453.

DIAS, P.C.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L.S.; CORREIA, A.C.G.; BARBOSA, G.A. Tipo de miniestaca e de substrato na propagação vegetativa de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan). **Ciência Florestal**, v.25, n.4, p.909-919, out./nov., 2015. DOI: 10.5902/1980509820593.

FAGANELLO, L. R.; DRANSKI, J. A. L.; MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M. Efeito dos ácidos indolbutírico e naftaleoacético no enraizamento de estacas semilenhosas de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.25, n.4, p.863-871, out./dez., 2015. DOI: 10.5902/1980509820584.

FELIPPI, M.; MAFRA, C. R. B.; CANTARELLI, E. B.; ARAÚJO, M. M.; LONGHI, S. J. Fenologia, morfologia e análise de sementes de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. Ex. Steud. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 3, p. 631-641, 2012. DOI: 10.5902/198050986629.

FERREIRA, D. A.; BARROSO, D. G.; SILVA, M. P. S.; SOUZA, J. S.; FREITAS, T. A. S.; CARNEIRO, J. G. A. A influência da posição das miniestacas na qualidade de mudas de cedro australiano e no seu desempenho inicial no pós-plantio. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 4, p. 715-723, out.-dez., 2012. DOI: 10.5902/198050987553.

FERRIANI A. P.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; HELM, C. V.; BOSA, WENDLING, I.; KOEHLER, H. S. Produções de brotações e enraizamento de miniestacas de *Piptocarpha angustifolia*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 31, n. 67, p. 257-264, 2011. DOI: 10.4336/2011.pfb.31.67.257.

FREIRE, J. M.; VERÍSSIMO, L. N.; PEREIRA, B. R.; ROUWS, J. R. C.; ARTHUR JUNIOR, J. C. Vegetative propagation of *Hymenaea coubaril* L. and *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F Macbr by mini-cutting. **Revista Árvore**, Viçosa, v.44, p.1-11, 2020. DOI: 10.1590/1806-9088202000000005.

FREITAS, F. A. **Otimização da produção de mudas por miniestaquia de *Cariniana legalis*, *Cariniana estrellensis*, *Cordia alliodora* e *Cordia trichotoma***. 106f. Orientador: Aloísio Xavier. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa, MG, 2022. DOI: 10.47328/ufvbbt.2023.397.

GRINGS, M.; BRACK, P. **Espécies madeireiras nativas da Região Sul: *Cordia trichotoma* (louro-pardo)** p.453 -456, 2011. In: CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Sul. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, p. 453-456, 2011. ISBN 978-85-7738-153-1. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade/fauna-e-flora/Regiao_Sul.pdf. Acesso em: 20 ago. 2024.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D.; DAVIES, F.; GENEVE, R. WILSON, S. Plant propagation: principles and practices. New Jersey: **Prentice Hall**, 2011. 915 p.

HEBERLE, M. **Propagação *in vitro* e *ex vitro* de louro-pardo (*Cordia trichotoma* (Vell.) Arrabia ex Steudel)**. 76f. Orientador: Dilson Antônio Bisognin. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria – RS. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/8665>. Acesso em: 13 out. 2024.

HERNÁNDEZ, W.; XAVIER, A.; PAIVA, H. N.; WENDLING, I. Propagação vegetativa de pau-jacarã (*Piptadenia gonoacantha* (MART.) MACBR.) por estaquia. **Revista Árvore**, Viçosa, v.36, n.5, p.813-823, 2012 DOI: 10.1590/S0100-67622012000500003.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Banco de dados meteorológicos: Lavras – MG (Estação 83687). 2024. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: 10 out. 2024.

KIELSE, P, BISOGNIN, D. A.; HAYGERT, K. L.; MELLO, U. S.; PIMENTEL, N.; RAUBE, M. A. Roduction and rooting of cordia - *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. mini-cuttings collected from ministumps of asexual and seminal origin. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 7, p.1164-1166, jul., 2015. DOI: 10.1590/0103-8478cr20131011.

KIELSE, P.; BISOGNIN, D. A. HEBERLE, M.; FLEIG, F. D.; XAVIER, A.; RAUBER, M. A. Propagação vegetativa de *Cordia trichotoma* (Vell) Arrab. Ex Steudel por estaquia radicular. **Revista árvore**, Viçosa, v.37, n1., p.59-66, 2013. DOI: 10.1590/S0100-67622013000100007.

KUBOTA, T. Y. K.; MORAES, M. A.; SILVA, E. C. B; PUPIN S.; AGUIAR A.V, MORAES M.L.T; FREITAS, M. L. M.; SATO, A. A.; MACHADO, J. A. R.; SEBBENN, A. M. Variabilidade genética para caracteres silviculturais em progênies de polinização aberta de *Balfourodendron riedelianum* (Engler). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.43, n.106, p.407-415, jun., 2015. Disponível em: <https://www.ipecf.br/publicacoes/scientia/nr106/cap16.pdf>.

LIMA, D. M.; BIASI, L. A.; ZANETTE, F.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; BONA, C.; MAYER, J. L. S. Capacidade de enraizamento de estacas de *Maytenus muelleri* Schwacke com a aplicação de ácido indolbutírico relacionada aos aspectos anatômicos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.13, n.4, p. 422-438, 2011. DOI: 10.1590/S1516-05722011000400008.

LORENZI, H. Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 5. Ed. Nova Odessa: **Instituto Plantarum de Estudos da Flora**, v. 1, p. 284, 2008.

MELO, L. A.; DAVIDE, A. C.; TEIXEIRA, L. A. F. Metodologia para resgate de matrizes e enraizamento de estacas de *Eremanthus erythropappus*. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 4, p. 631-638, out./dez., 2012. DOI: 10.1590/S0104-77602012000400013.

OLIVEIRA, T. P. F.; BARROSO, D. G.; LAMÔNICA, K. R.; CARVALHO, G. C. M. W. Aplicação de AIB e tipo de miniestacas na produção de mudas de *Handroanthus heptaphyllus* Mattos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 313-320, 2016. DOI: 10.5902/1980509821128.

PIMENTEL, N.; LENCINA, K.; KIELSE, P.; RODRIGUES, M. B. Produtividade de minicepas e enraizamento de miniestacas de clones de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 2, p. 1-12, abr./jun. 2019. DOI: 10.5902/1980509827009.

PIRES, P.; WENDLING, I.; AUERD, C.; BRONDANI, G. Sazonalidade e soluções nutritivas na miniestaquia de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. **Revista Árvore**, Viçosa - MG, v. 39, n. 2, p. 283-293, 2015 DOI: 10.1590/0100-67622015000200008.

PIZZATTO, M.; WAGNER JÚNIOR, A.; LUCKMANN, D.; PIROLA, K.; CASSOL, D.A.; MAZARO, S. M. Influência do uso de AIB, época de coleta e tamanho de estaca na propagação vegetativa de hibisco por estaquia. **Revista Ceres**, v.58, n.4, p.487-492, 2011. DOI: 10.1590/S0034-737X2011000400013.

SÁ, F. P.; GOMES, E. N.; MAGGIONI, R. A.; WENDLING, I.; HELM, C. V.; SANTOS, B. F. S.; RIBAS, K. C. Z. Biochemical and anatomical features of adventitious rhizogenesis in apical and basal mini-cuttings Of *Ilex paraguariensis*. *New Forests*, v. 53, p. 411–430, 2022. DOI: 10.1007/s11056-021-09855-0.

SCHROEDER, M. A.; VELOZO, L. E. Reproducción vegetativa de *Cordia curassavica* (María Negra). **Horticultura Argentina**, v. 33, n.81, mai./ago. 2014. Disponível em: <https://repositorio.unne.edu.ar/handle/123456789/28519>. Acesso em 10 jan. 2025.

SILVA S. S.; PORDEUS, R. V.; PEREIRA J. O.; NETO, J. D.; BEZERRA, J. M. Estimativa de parâmetros genéticos do cajueiro anão precoce em um solo arenoso pelo procedimento reml/blup1. **Revista Verde**, Mossoró, v.8, n.3, p.41-51, jul./set., 2013. Disponível em: https://oasisbr.ibict.br/vufind/Record/GVAA-1_460378390bbcc746e3246e706ac41e39. Acesso em: 10 out. 2023.

SILVA, K. B.; REINIGER, L. R. S.; RABAIOLLI, S. M. S.; STEFANEL, C. M.; ZIEGLER, A. C. F. Produtividade de minicepas e enraizamento de miniestacas de *Luehea divaricata* Mart. & Zucc. nas diferentes estações do ano. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 47, n. 122, p. 294-302, jun., 2019. DOI: doi.org/10.18671/scifor.v47n122.12.

SILVA, M. K. F.; SIQUEIRA, D. P.; CARVALHO, G. C. M. W.; SILVA, R. D.; AGUIAR, A. V.; BARROSO, D. G. Vegetative rescue of *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. Ex Steud via induction of epicormic sprouts in branches from mature trees. **Rhizosphere**, v.20, 2021. DOI: 10.1016/j.rhisph.2021.100431.

SILVA, R. L.; OLIVEIRA, M. L. de; MONTE, M. A. XAVIER, A. Propagação clonal de guanandi (*Calophyllum brasiliense*) por miniestaquia. **Agronomía Costarricense**, San José,

v. 34, n. 1, p. 99-104, 2010. Disponível em:
<https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v34n1/a10v34n1.pdf>. Acesso em: 20 jan. de 2025.

SOMAVILLA, T. M. **Enraizamento de miniestacas e seleção de *Cordia trichotoma* (Vellozo) Arrabida ex Steudel para a propagação por miniestaquia**. 90f. Orientador: Dilson Antônio Bisognin. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade de Santa Maria – UFSM, Santa Maria – RS. Disponível em:
<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/14200>. Acesso em 12 jan. 2025.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. 5. Ed. **Porto Alegre: Artmed**, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6. Ed. **Porto Alegre: Artmed**, 2017.

WENDELING, I.; XAVIER, A. Gradiente de maturação e rejuvenescimento aplicado em espécies florestais. **Floresta e Ambiente**, v.8, n.1, p.187-194, jan./dez., 2001. Disponível em:
<https://www.floram.org/journal/floram/article/588e21fae710ab87018b45ce>. Acesso em: 30 set. 2024.

WENDLING, I. Propagação vegetativa de erva-mate (*Ilex paraguariensis*): estado da arte e tendências futuras. **Colombo: Embrapa Florestas**, 2004. Disponível em:
<http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/6070>. Acesso em: 05 out. 2023.

WENDLING, I.; TRUEMAN, S. J.; XAVIER, A. Maturation and related aspects in clonal forestry- Part I: concepts, regulation and consequences of phase change. **New Forests**, v. 45, n. 4, p. 449-471, 2014. DOI: 10.1007/s11056-014-9421-0.

WIGGE, P. A. Ambient temperature signalling in plants. **Current Opinion in Plant Biology**. v.16, p. 661–666, 2013. DOI: 10.1016/j.pbi.2013.08.004.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. Silvicultura clonal: princípios e técnicas. **3 ed.** UFV, 279 p. 2021.

ZOTTELE, L.; AOYAMA, E. M.; ELIAS, L.; FALQUETO, A. R. Influência dos diferentes tipos de estacas caulinares no enraizamento e morfoanatomia de *Aphelandra nitida* Ness & Mart. (Acanthaceae). **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.6, n.7, p. 49290-49309, jul., 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n7-541.