

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA FLORESTAL
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Alfran Soares Couto de Carvalho

ALPORQUIA DE *Trema micrantha* (L.) BLUME SOB INDUTORES DE
ENRAIZAMENTO

Recife

2022

Alfran Soares Couto de Carvalho

ALPORQUIA DE *Trema micrantha* (L.) BLUME SOB INDUTORES DE
ENRAIZAMENTO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Florestal do Curso de
Engenharia Florestal da Universidade
Federal Rural de Pernambuco.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Gallo

Recife
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- C331a Carvalho, Alfran Soares Couto de
Alporquia de "Trema micrantha" (L.) Blume sob indutores de enraizamento / Alfran Soares Couto de Carvalho. - 2022.
35 f. : il.
- Orientador: Ricardo Gallo.
Inclui referências.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Bacharelado em Engenharia Florestal, Recife, 2022.
1. AIB. 2. extrato vegetal. 3. Cyperus rotundus. 4. enraizamento adventício. 5. propagação vegetativa. I. Gallo, Ricardo, orient. II. Título

CDD 634.9

Alfran Soares Couto de Carvalho

ALPORQUIA DE *Trema micrantha* (L.) BLUME SOB INDUTORES DE
ENRAIZAMENTO

Aprovado em 4 de outubro de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Dra. Eliane Cristina Sampaio De Freitas
(Universidade Federal Rural de Pernambuco)

Me. Richeliel Albert Rodrigues Silva
(Universidade Federal Rural de Pernambuco)

Dr. Ricardo Gallo
(Orientador - Universidade Federal Rural de Pernambuco)

RECIFE – PE
2022

AGRADECIMENTOS

A todos que me incentivaram, me apoiaram e não me deixaram desistir.

A aqueles que me deram voto de confiança e possibilitaram que esse trabalho acontecesse.

A minha namorada Laura Oliveira, a quem eu amo muito e tem sido parceira em todos os momentos, sendo sempre uma força a mais para mim.

RESUMO

Em projetos florestais, a aquisição de mudas pode ser um grande obstáculo, técnicas de propagação vegetativa podem auxiliar nesse contexto. Dentre as técnicas de propagação, a alporquia é indicada para espécies difíceis de propagar vegetativamente, como é o caso da *Trema micrantha* (L.) Blume. Auxinas sintéticas proporcionam maior eficácia nas técnicas de propagação vegetativa, porém seus altos custos estimulam a busca por alternativas mais econômicas. O extrato vegetal de *Cyperus rotundus* tem mostrado efeitos na indução de enraizamento semelhantes a indutores de enraizamento comerciais. Por ser uma planta invasora com ampla ocorrência, seu uso como indutor de enraizamento se mostra como uma alternativa acessível e econômica. O presente trabalho buscou verificar a viabilidade da propagação vegetativa através da técnica da alporquia em árvores de *Trema micrantha* sob indutores de enraizamento, incluindo o extrato vegetal aquoso de *C. rotundus*. Para isso, foram selecionadas sete árvores no bairro de Dois irmãos — na cidade de Recife, Pernambuco — as quais foram submetidas a três tratamentos ao longo de 31 dias: 1) Controle, na ausência de indutores; 2) Indutor de enraizamento comercial ácido indol-3-butírico (AIB); 3) Extrato vegetal aquoso de *C. rotundus*. Entre os tratamentos, houve diferença significativa apenas no desenvolvimento de matéria seca de raízes, onde o extrato vegetal se mostrou mais eficiente que os demais, os quais não distinguiram significativamente entre si. A interação entre os dois fatores (Árvore x Indutores de enraizamento) apresentou diferença significativa na produção de matéria seca de raiz, com maior eficiência do extrato vegetal ante outros tratamentos na árvore 4 e melhor desempenho da árvore 4 que as demais árvores, quando todas sob efeito do extrato vegetal. O fator Árvore apresentou diferenças significativas quanto as brotações próximas ao alporque e quanto ao desenvolvimento de calo e raiz, se mostrando como o fator determinante no desenvolvimento radicial no contexto empregado. Os valores de calo e matéria seca de raiz apresentaram elevada correlação negativa, sugerindo que calos precedem e dão lugar a raízes em alporques de *T. micrantha*. Não houve influência de brotações epicórmicas próximas aos alporques na eficácia da técnica. Houveram os indícios que a técnica demandava mais tempo para seu êxito e melhor desempenho.

Palavras-chave: AIB, extrato vegetal, *Cyperus rotundus*, enraizamento adventício, propagação vegetativa

ABSTRACT

In forestry projects, the acquisition of seedlings can be a major obstacle, vegetative propagation techniques can help in this context. Among the propagation techniques, air layering is indicated for species that are difficult to propagate vegetatively, such *Trema micrantha* (L.) Blume. Synthetic auxins provide greater effectiveness in vegetative propagation techniques, but their high costs encourage the search for more economical alternatives. The aqueous extract of *Cyperus rotundus* has shown rooting-inducing effects similar to commercial rooting inducers. Because it is an invasive plant with wide occurrence, its use as a rooting inducer is shown to be an accessible and economical alternative. This present work sought to verify the viability of vegetative propagation through the air layering technique in *Trema micrantha* trees under effect of rooting inducers, including the aqueous extract of *C. rotundus*. For that, seven trees were selected in the Dois Irmãos (Recife-PE) and submitted to three treatments over 31 days: 1) Control, in the absence of inducers; 2) Commercial rooting inducer indole-3-butyric acid (IBA); 3) Aqueous extract of *C. rotundus*. Among treatments, there was a significant difference only in the development of root dry matter, where the aqueous extract was more efficient than the others, which did not significantly distinguish between them. The interaction between the two factors (Tree x Rooting Inducers) showed a significant difference in the production of root dry matter, with greater efficiency of the aqueous extract compared to other treatments in tree 4 and better performance of tree 4 than the other trees, when all under the effect of the aqueous extract. The Tree factor presented significant differences regarding the shoots close to the air layer and regarding the callus and root development, showing itself as the determining factor in radical development in the employed context. The callus and root dry matter values showed a high negative correlation, suggesting that callus precede and give place to roots in layered layers of *T. micrantha*. There was no influence of epicormics shoots close to the air layer on the effectiveness of the technique. There were indications that the technique required more time for its success and better performance.

Keywords: IBA, aqueous extract, *Cyperus rotundus*, adventitious rooting, vegetative propagation

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Localização das árvores de *Trema micrantha* utilizadas no estudo..... 14
- Figura 2 - (A) Confeção do anel de Malpighi em ramo de *Trema micrantha* para aplicação da técnica de alporquia; (B) Papel toalha embebido com extrato vegetal de *Cyperus rotundus*; (C) Disposição do papel toalha em espiral ao longo do anel de Malpighi; (D) Alporque em *Trema micrantha* utilizando garrafa pet e abraçadeira de nylon para fixar substrato pó de coco..... 16
- Figura 3 – Material confeccionado com garrafa pet e tecido não tecido (TNT) utilizado para fixar substrato em alporques de *Trema micrantha*. 17
- Figura 4 - Extrato vegetal de *Cyperus rotundus*. (A) Exemplos da espécie; (B) Bulbos isolados; (C) Pesagem dos bulbos; (D) Trituração em liquidificador com 200 ml de água e (E) Peneiração. 18
- Figura 5 - (A) Coleta do alporque de *Trema micrantha*; (B) acondicionamento do alporque após o corte..... 19
- Figura 6 – Classificação biométrica em alporques de *Trema micrantha*. Referências em escala para: (A-D) Volume de calos nas extremidades do anel de Malpighi (A=1, B=2, C=3 e D=4); (E-G) Ocorrência de calos ao longo do anel (E=1, F=2 e G=3); (H-K) Desenvolvimento radicial nos alporques (H=1, I=2, J=3 e K=4). 21
- Figura 7 – Médias de massa de matéria seca de raiz (MSR) aferidos em alporques de *Trema micrantha*. (A) Resultados obtidos em alporques sob efeito de extrato vegetal de *Cyperus rotundus* (EV) em 7 indivíduos da espécie arbórea; (B) Valores referentes a três tratamentos de indução de enraizamento em alporques da árvore 4: controle (CTR), ácido indol-3-butírico (AIB) e extrato vegetal de *Cyperus rotundus* (EV). Letras minúsculas distintas representam diferença significativa entre os valores apresentados. 24
- Figura 8 - Média de massa de matéria seca de raiz (MSR) em três tratamentos de indução de enraizamento em alporques de *Trema micrantha*: controle (CTR), ácido indol-3-butírico (AIB) e extrato vegetal (EV) de *Cyperus rotundus*. Letras minúsculas distintas representam diferença significativa entre os valores apresentados. 24
- Figura 9 – Valores médios (eixo Y) referentes a alporques em sete árvores de *Trema micrantha* (eixo X) para as variáveis: (A) Massa de matéria seca de raiz (MSR); (B) Massa total de matéria seca de calos (MSC); (C) Níveis de escala discreta para ocorrência de calos ao longo do anel de Malpighi (C. Anel); (D) Número de brotações imediatamente antes dos alporques (tendo como parâmetro inicial e final respectivamente o fuste e a extremidade apical do ramo em questão). Letras minúsculas distintas representam diferença significativa entre os valores apresentados..... 25
- Figura 10 – Disposição de raízes (A) e calos (B) em alporques de *Trema micrantha*. 26
- Figura 11 - Formigas, fungos e outros artrópodes observados no interior dos alporques de *Trema micrantha*..... 29
- Figura 12 - Raízes esbranquiçadas e quebradiças de alporque de *Trema micrantha* fixadas no TNT (tecido não tecido)..... 30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características das matrizes de *Trema micrantha* utilizadas na pesquisa. CAP: Circunferência a altura do peito; CR: Comprimento do ramo (do alporque até seu ápice); Desv. Padrão: Desvio Padrão; DR: Diâmetro do ramo do alporque. 15

Tabela 2 - Análise de variância (ANOVA) com quadrados médios de valores obtidos de alporques de *Trema micrantha* referentes à: Massa total de matéria seca de calo (MSC); Massa de matéria seca da raiz (MSR); Brotações imediatamente antes (BIA) e depois (BID) dos alporques (tendo como parâmetro inicial e final respectivamente o fuste e a extremidade apical do ramo em questão); Níveis de escala discreta de volume de calos nas extremidades do Anel de Malpighi (Calo), de ocorrência de calos ao longo do anel de Malpighi (C. Anel) e de volume de raiz (Raiz); Sobrevivência (Sob.). 23

Tabela 3 - Correlação de valores referentes a alporques de *Trema micrantha* relativo às variáveis : Massa total de matéria seca de calo (MSC); Massa de matéria seca da raiz (MSR); Brotações imediatamente antes (BIA) e depois (BID) dos alporques (tendo como parâmetro inicial e final respectivamente o fuste e a extremidade apical do ramo em questão); Níveis de escala discreta de volume de calos nas extremidades do Anel de Malpighi (Calo), de ocorrência de calos ao longo do anel de Malpighi (C. Anel) e de volume de raiz (Raiz). Valores positivos (tons de verde) representam correlação positiva, valores negativos (tons de vermelho) representam correlação negativa. 27

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	OBJETIVOS	13
1.1.1	Objetivo geral	13
1.1.2	Objetivos específicos	13
2	MATERIAL E MÉTODOS	14
3	RESULTADOS E DISCUSSÕES	23
4	CONCLUSÕES	31
	REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

Em projetos florestais, a aquisição de mudas pode ser um grande obstáculo, seja pela diversidade, quantidade e qualidade das mudas disponíveis (SENAR, 2018). Técnicas de propagação vegetativa podem auxiliar nesse contexto, acelerando a produção de mudas ou preservando constituições genéticas de interesse silvicultural (XAVIER *et al.*, 2013).

Nas técnicas de propagação vegetativa que se dão por meio do enraizamento adventício, é comum a utilização de compostos químicos para aumentar o sucesso e uniformidade no desenvolvimento dos propágulos, embora seu uso não seja obrigatório (FRANZON *et al.*, 2010; PEIXOTO, 2017). Dentre os compostos químicos utilizados, se destacam as auxinas sintéticas — como por exemplo o ácido indolacético (AIA), o ácido indol-3-butírico (AIB) e o ácido naftalenoacético (ANA) — que desempenham importante papel sobretudo nas primeiras divisões celulares, no processo de desdiferenciação, auxiliando o desenvolvimento radicular adventício (XAVIER *et al.*, 2013; PEIXOTO, 2017). Apesar de promoverem um significativo aumento no sucesso na propagação vegetativa, o alto custo para obtenção dos reguladores de crescimento demanda uma busca por alternativas mais econômicas.

Estudos apontam que o extrato vegetal de *Cyperus rotundus* L. apresenta efeitos similares a auxinas comerciais como regulador de crescimento (SOUZA *et al.*, 2012; PIMENTA *et al.*, 2014; SANTOS *et al.*, 2021) sobretudo a presença de ácido indol-3-acético (AIA) e outras substâncias que potencializam o efeito positivo da auxina como indutor de enraizamento (MEGURO, 1969). A espécie *C. rotundus* é uma planta de porte herbáceo popularmente conhecida como tiririca, junça, alho-bravo, tiririca vermelha (BRIGHENTI, 2010). Ocorre no mundo todo nas regiões tropicais e subtropicais sendo amplamente naturalizada (BEZERRA, 2021). Tem provável origem na Índia, exótica invasora no Brasil, considerada a erva daninha mais comum e de difícil controle (DURIGAN *et al.*, 2005; SRIVASTAVA *et al.*, 2013; PEERZADA *et al.*, 2017), sendo considerada um dos maiores obstáculos da transição para sistemas orgânicos na produção de hortaliças (KHATOUNIAN *et al.*, 2018). Por apresentar rápida propagação — por partenogênese, por meio de seus rizomas —, possuir resistência à herbivoria e apresentar propriedades alelopáticas, é considerada uma planta invasora em diversos tipos de ambientes (ROJAS-SANDOVAL; ACEVEDO-RODRÍGUEZ, 2021; SANTOS *et al.*, 2021).

Estudos apontam a baixa capacidade de propagação vegetativa de *Trema micrantha* (L.) Blume, sobretudo utilizando a técnica de estaquia, além de apresentarem resultados distintos nos efeitos de reguladores de crescimento — incluindo o extrato aquoso de *Cyperus rotundus* — dentro desse contexto (ELIAS, 2010; CHAVES, 2016).

Usada para recuperação de áreas degradadas e reflorestamento (BARBOSA, 2017; STOLARSKI *et al.*, 2018), *Trema micrantha* é uma espécie arbórea pioneira, de rápido crescimento, presente sobretudo em bordas de mata e em clareiras recentes (LORENZI, 1992). Pertencente à família Cannabaceae, *T. micrantha* — popularmente conhecida como periquiteira, candiúva e pau-de-pólvora — tem também potencial para produção de celulose e energia (LORENZI, 1992; CAMPOS FILHO; SARTORELLI, 2015; IPÊ, 2022). De acordo com Souza e Lorenzi (2015), ocorre em quase toda extensão do Brasil, podendo ser encontrada em todos os biomas de ocorrência no país.

Essa espécie arbórea apresenta simbiose com fungos micorrízicos arbusculares que auxiliam na defesa contra patógenos e na absorção de nutrientes (CAMPOS FILHO; SARTORELLI, 2015; BASURTO, 2021) além de atrair e ser fonte de recursos a dispersores de sementes, sobretudo a ornitocoria (ANDREANI, 2014; CAMPOS FILHO; SARTORELLI, 2015; ROBINSON, 2015). Sua ampla ocorrência nacional destaca o potencial adaptativo da espécie e justifica seu uso corriqueiro em projetos florestais que demandam espécies nativas, sobretudo projetos de recuperação de áreas degradadas. Apesar do rápido crescimento (CAMPOS FILHO; SARTORELLI, 2015) estudos demonstram que a propagação da espécie via semeadura direta é lenta e desuniforme (LUBKE, 2016; MAGALHÃES; VIEIRA, 2017). Com o sucesso no uso de técnicas de propagação vegetativa, *T. micrantha* se consolida como uma espécie indicada para projetos de recuperação de áreas degradadas, além de incentivar a exploração de seus potenciais usos como celulose e energia.

Hartmann *et al* (2018) sugere o uso da técnica de alporquia para plantas com pouca capacidade de desenvolvimento radicular adventício, sobretudo espécies com baixo desenvolvimento radicular adventício. Apesar de não ser promissora para produção de mudas em larga escala ou em escala comercial, a alporquia, permite que a futura muda tenha aporte de água, hormônios e fotossintatos da planta matriz, permitindo que até horticultores amadores ou profissionais com poucos recursos

disponíveis consigam produzir um pequeno número de mudas bem desenvolvidas (HARTMANN *et al.*, 2014).

A alporquia se dá através de estímulos, sobretudo nos ramos da planta, com o intuito de induzir a diferenciação dos tecidos meristemáticos com consequente desenvolvimento de raízes adventícias (HARTMANN *et al.*, 2014). O procedimento mais comum consiste na remoção superficial da casca de um ramo na planta (Anel de Malpighi), interrompendo o fluxo descendente da seiva, provocando acúmulo de fotossintatos, superando a dominância apical do ramo, estimulando a desdiferenciação — consequentemente aumentando a concentração de células do parênquima — e deixando o tecido meristemático exposto a um substrato fixado com plástico ou pano onde ocorreu a injúria (HARTMANN *et al.*, 2014; SENAR, 2018).

Os estímulos utilizados para a diferenciação do meristema são, sobretudo, a fixação do substrato úmido no local onde ocorreu a injúria mecânica, estimulando a aquisição de competência e conseguinte diferenciação das células do parênquima ali presentes que, ao se regenerar por mitose, irão desenvolver tecidos distintos dos quais ali se encontrava, originando um novo sistema radicular (HARTMANN *et al.*, 2014). Após o estabelecimento dessas raízes o ramo — onde ocorreu a intervenção — é seccionado produzindo uma muda com as mesmas características genotípicas da planta matriz, inclusive sua idade ontogenética.

Dada a escassez de trabalhos que obtiveram êxito ao determinar uma técnica de propagação vegetativa para *T. micrantha* e a sugestão do uso de alporquia para espécies que apresentam dificuldade de propagação por estaquia, o presente trabalho teve como hipóteses avaliar a eficiência dessa técnica em indivíduos adultos de *Trema micrantha* (L.) Blume com aplicação do extrato vegetal de *Cyperus rotundus* L. e ácido indol-3-butírico como indutores de enraizamento. Espera-se que os resultados ampliem as informações disponíveis sobre o tema e contribuam na eficiência de técnicas de propagação vegetativa, sobretudo voltada para espécies nativas florestais.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Verificar a viabilidade técnica da propagação vegetativa por meio da alporquia em árvores de *Trema micrantha* sob indutores de enraizamento

1.1.2 Objetivos específicos

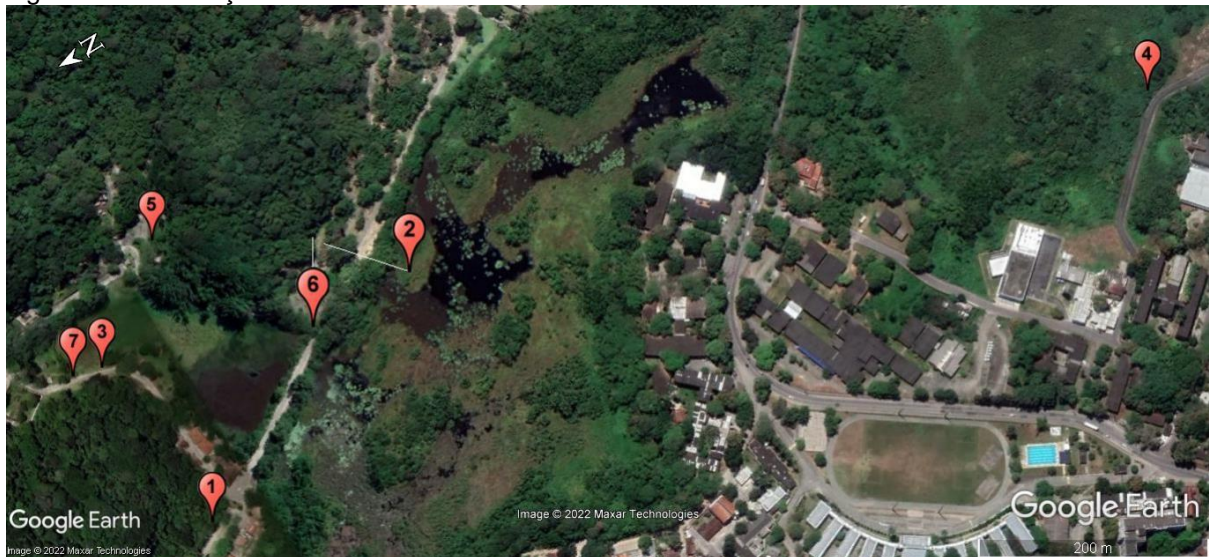
- Avaliar o desenvolvimento radicial adventício de *Trema micrantha*;
- Verificar a eficiência do extrato de *Cyperus rotundus* como indutor de enraizamento;
- Analisar a técnica de alporquia para propagação de *Trema micrantha*;
- Observar a correlação de características biométricas que possam influenciar na propagação da espécie.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O experimento foi conduzido no bairro de Dois Irmãos, cidade de Recife, em Pernambuco. As árvores utilizadas estavam todas localizadas em borda de mata, em vegetação típica de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, estando seis delas dentro das dependências do Parque Estadual de Dois Irmãos e uma dentro da Universidade Rural de Pernambuco (Figura 1) respeitando os devidos protocolos e requerimentos.

Figura 1 - Localização das árvores de *Trema micrantha* utilizadas no estudo.



Fonte: O Autor (2022).

2.2 Delineamento experimental

Sete indivíduos de *Trema micrantha* foram submetidos a três tratamentos de enraizamento: 1) Extrato vegetal de *Cyperus rotundus*, (EV); 2) Indutor de enraizamento sintético ácido indol-3-butírico (AIB) em talco, na concentração de 6000 ppm; 3) Controle (ausência de indutor de enraizamento). O experimento teve delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema de fatorial (árvore x tratamento) onde cada árvore continha três repetições de cada tratamento, totalizando nove alporques por indivíduo.

As árvores às quais sofreram a intervenção possuíam circunferência a altura do peito (CAP), mensurada a 1,30 m acima do solo (Tabela 1). Os ramos utilizados foram os mais baixos com diâmetro médio de 64 milímetros e estavam entre dois e

três metros da base de seu fuste, com exceção da árvore 1 que era um indivíduo jovem e não possuía grandes dimensões.

Tabela 1 - Características das matrizes de *Trema micrantha* utilizadas na pesquisa. CAP: Circunferência a altura do peito; CR: Comprimento do ramo (do alporque até seu ápice); Desv. Padrão: Desvio Padrão; DR: Diâmetro do ramo do alporque.

Árvore	CAP (cm)	CR (cm)		DR (cm)	
		Média	Desv. Padrão	Média	Desv. Padrão
1	9,0	82,44	12,35	0,69	0,03
2	14,5	72,56	23,83	0,69	0,12
3	11,5	75,78	14,35	0,67	0,05
4	38,5	60,28	2,29	0,57	0,06
5	14,5	59,33	7,35	0,60	0,1
6	28,8	67,89	17,83	0,66	0,01
7	12,0	56,11	2,83	0,63	0,03
Médias	18.50	67.77	11.98	0.64	0.06

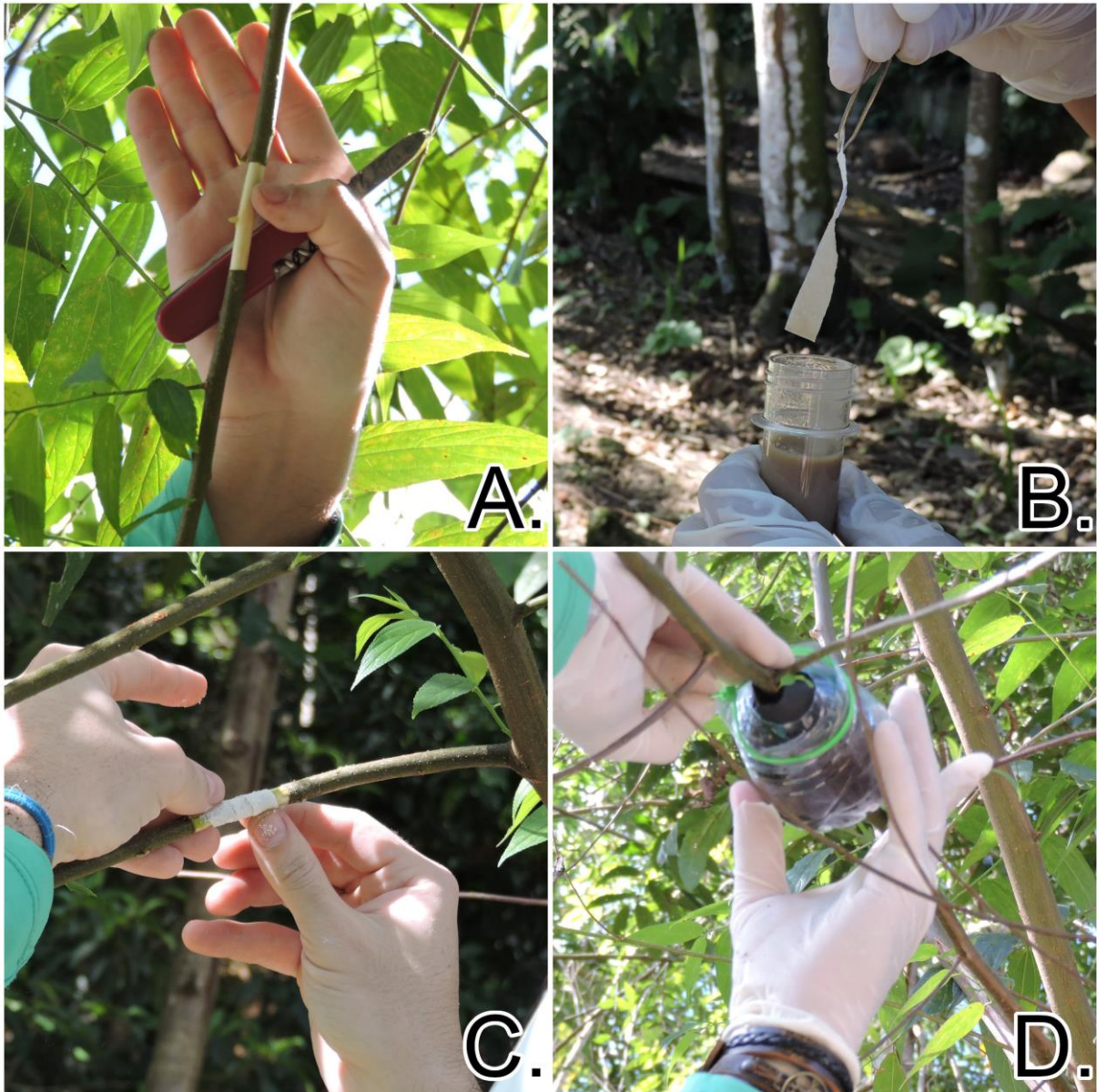
Fonte: O Autor (2022).

2.3 Alporquia

Os alporques foram realizados em junho de 2022, de acordo com a técnica realizada por PIMENTA *et al.* (2014) com adaptações. Os ramos, onde aconteceram essas intervenções, foram alcançados com auxílio de escada-tesoura. Duas incisões circundantes, paralelas, com distância de 5 centímetros entre si, foram realizadas a aproximadamente 67 cm da extremidade do ramo com auxílio de canivete. Em seguida, uma linha transversal ligando as duas circuncisões foi realizada possibilitando o destaque da casca com as mãos, deixando o tecido cambial exposto, caracterizando assim o Anel de Malpighi (Figura 2A).

Com o auxílio de um papel-toalha, o AIB e o EV foram dispostos em espiral no Anel de Malpighi (Figura 2C). A aplicação do AIB foi realizada com uma tira de papel toalha umedecida para melhor aderência do produto uma vez que o mesmo se encontrava na forma de talco. Para a aplicação do EV, o papel toalha foi embebido diretamente no extrato (Figura 2B). No tratamento controle não foi feita a implantação do papel-toalha. Para finalizar a garrafa foi fechada com abraçadeiras de nylon firmando o alporque (Figura 2D).

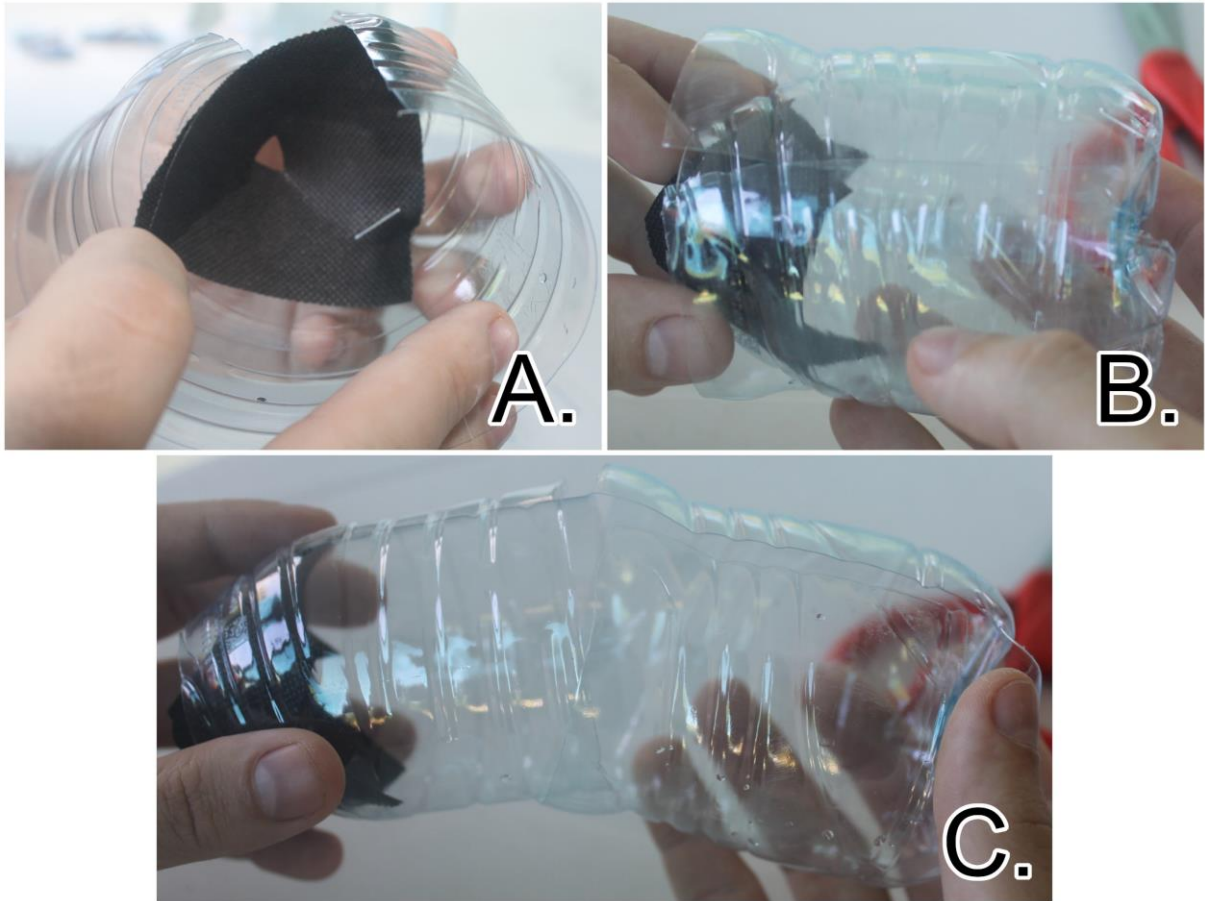
Figura 2 - (A) Confeção do anel de Malpighi em ramo de *Trema micrantha* para aplicação da técnica de alporquia; (B) Papel toalha embebido com extrato vegetal de *Cyperus rotundus*; (C) Disposição do papel toalha em espiral ao longo do anel de Malpighi; (D) Alporque em *Trema micrantha* utilizando garrafa *pet* e abraçadeira de *nylon* para fixar substrato pó de coco.



Fonte: O Autor (2022).

Para evitar o desprendimento do substrato, foi fixado 270 ml do substrato com o auxílio de garrafas *pets* cortadas, as quais tinham sua abertura coberta com tecido TNT (tecido-não-tecido) — fixado com grampo de papel, para que o material não fosse perdido (Figura 3).

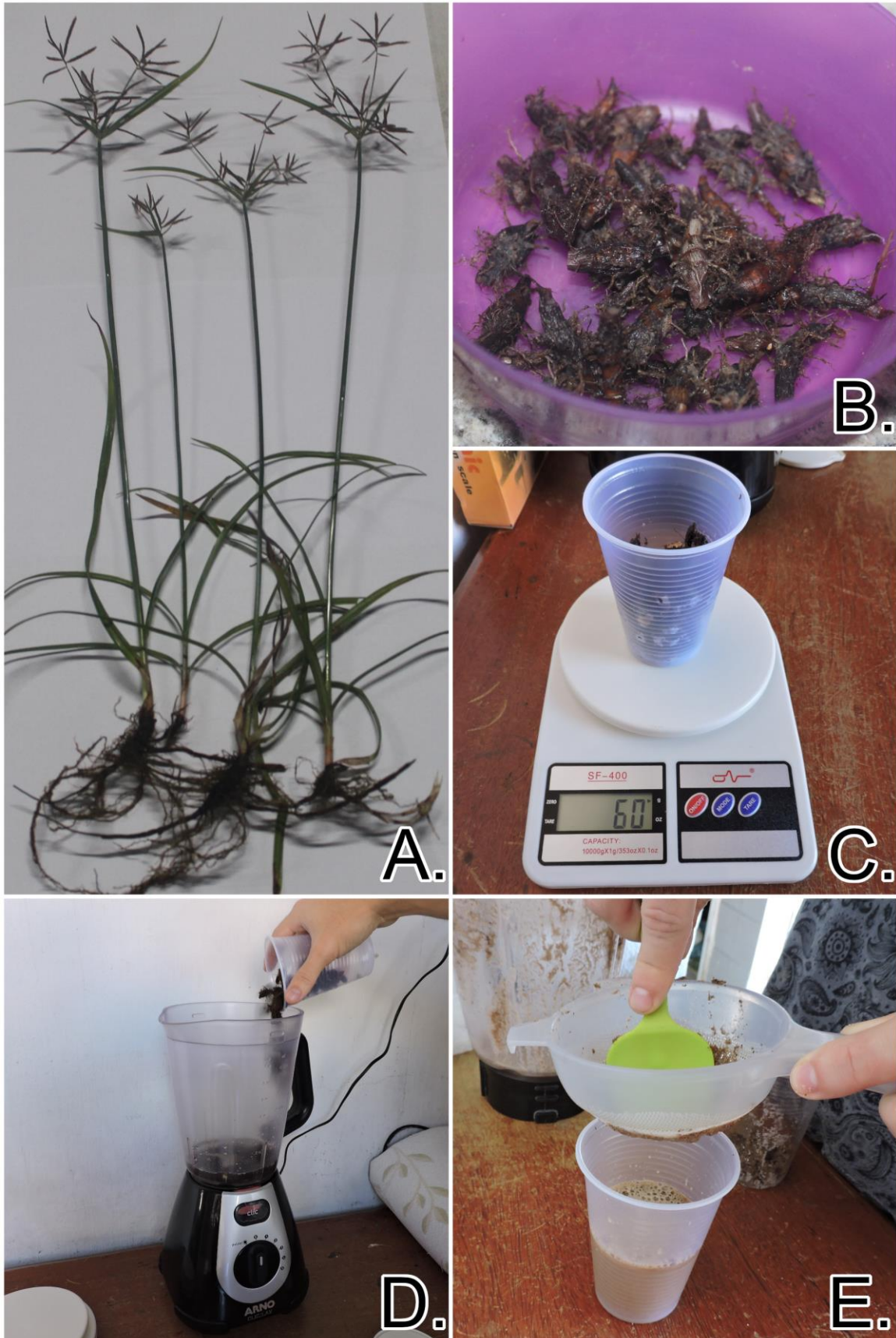
Figura 3 – Material confeccionado com garrafa pet e tecido não tecido (TNT) utilizado para fixar substrato em alporques de *Trema micrantha*.



Fonte: O Autor (2022).

Foi utilizado o pó-de-coco como substrato, o qual foi peneirado para padronização da granulometria e esterilizado pelo método de solarização por 5 dias, de acordo com técnica estabelecida por Vasconcelos, Innecco e Mattos (2012). Para a preparação do EV, foram coletados indivíduos completos de *C. rotundus*, com auxílio de enxada, em propriedade particular no bairro de Aldeia dos Camarás N -7° 57' 43.6212 E -35° 0' 41.3316 (WGS84), na cidade de Camaragibe, Pernambuco. Os exemplares coletados foram lavados com água corrente, posteriormente foram isolados os bulbos do rizoma — excluindo-se todas as ramificações radiculares menores — as quais foram secas em papel toalha e armazenadas em geladeira acondicionadas em sacos plásticos até o momento da preparação do extrato. Seguindo a metodologia de Rodrigues *et al.* (2020) com as devidas proporções, foram pesadas 60 gramas desses rizomas e trituradas em liquidificador doméstico com 200 ml de água mineral (Figura 4).

Figura 4 - Extrato vegetal de *Cyperus rotundus*. (A) Exemplos da espécie; (B) Bulbos isolados; (C) Pesagem dos bulbos; (D) Trituração em liquidificador com 200 ml de água e (E) Peneiração.



Fonte: O Autor (2022).

2.4 Coleta dos alporques e análises

Após 31 dias da montagem do experimento, os alporques foram coletados. Contabilizou-se as brotações imediatamente antes (BIA) e imediatamente depois (BID) — até 20 cm — do alporque, tendo como parâmetro inicial o fuste da árvore e como final a região terminal do ramo em questão. Para coleta, os ramos foram seccionados a aproximadamente três centímetros abaixo do Anel, retirando todo o alporque (Figura 5A) e mantidos em saco plástico transparente o qual foi lacrado com abraçadeira de nylon (Figura 5B). Dessa forma, os alporques completos foram transportados juntos, os de mesma matriz, dentro de plásticos pretos de 100 litros, até o Laboratório de Análise de Sementes Florestais do Departamento de Ciências Florestais, localizado na Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Figura 5 - (A) Coleta do alporque de *Trema micrantha*; (B) acondicionamento do alporque após o corte.

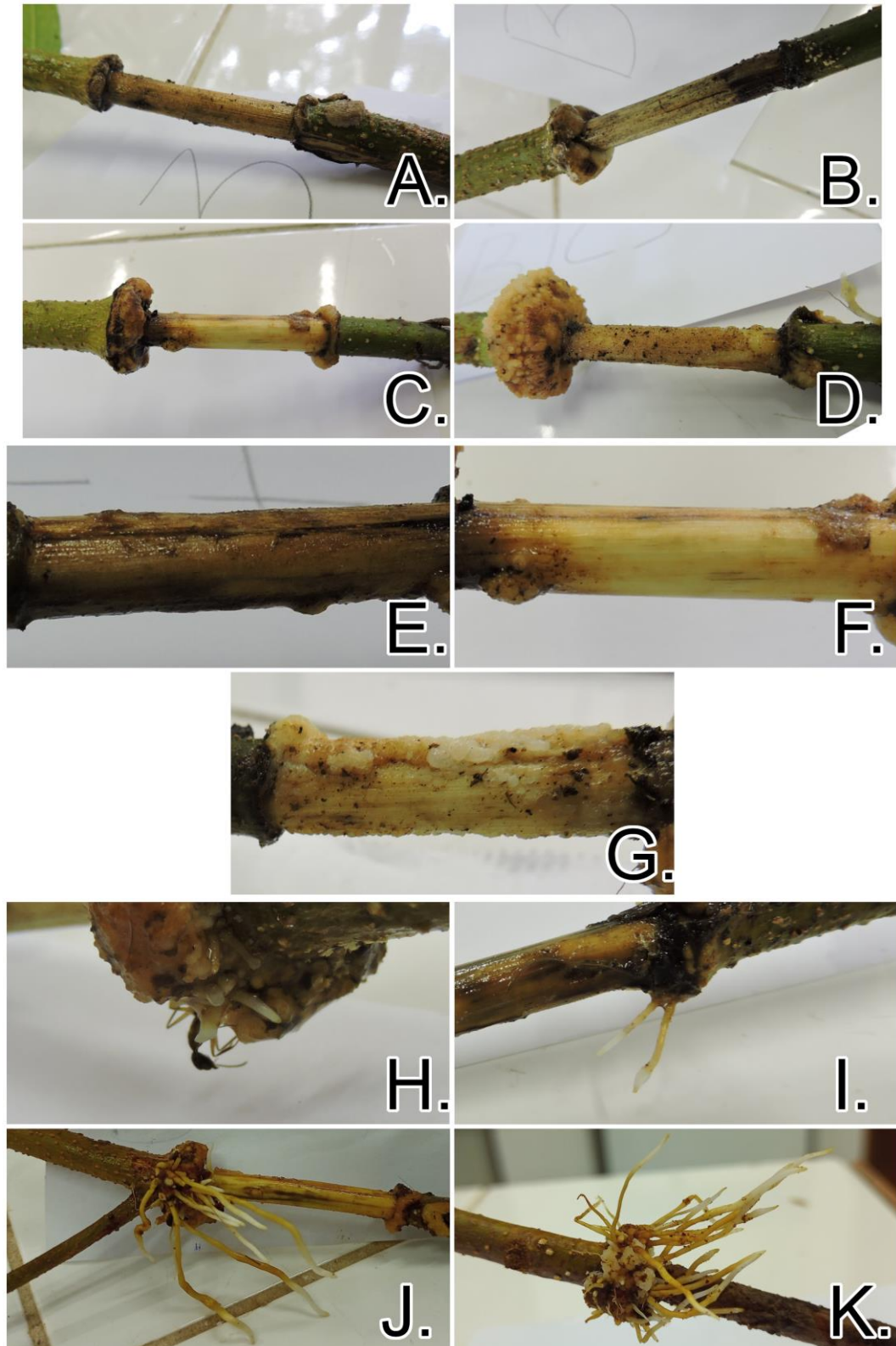


Fonte: O Autor (2022).

Os alporques foram desmontados no laboratório removendo a garrafa pet e o substrato através de lavagem com água corrente. Foram realizadas análises visuais classificando em níveis de escala discreta o volume de calos nas extremidades do anel de Malpighi (Figura 6A-D, níveis de 1 a 4), a ocorrência de calos ao longo do anel — área onde o câmbio fora exposto — (Figura 6E-G, níveis de 1 a 3) e o desenvolvimento radicial (Figura 6H-K, níveis de 1 a 4). Quando foi observada a ausência de alguma dessas características, foi atribuído o nível zero (0). Calos e

raízes foram dispostos separadamente em sacos de papel e mantidos em estufa a 70 °C até atingirem peso constante referentes a massa de matéria seca de raiz (MSR) e de calos (MSC), aferidos em balança analítica (0,0001 g).

Figura 6 – Classificação biométrica em alporques de *Trema micrantha*. Referências em escala para: (A-D) Volume de calos nas extremidades do anel de Malpighi (A=1, B=2, C=3 e D=4); (E-G) Ocorrência de calos ao longo do anel (E=1, F=2 e G=3); (H-K) Desenvolvimento radicial nos alporques (H=1, I=2, J=3 e K=4).



Fonte: O Autor (2022).

Para análise estatística foi realizada a ANOVA, através do Teste F e, se significativo, o Teste de Tukey, por intermédio do aplicativo Rbio (BHERING, 2017), ambos a nível de significância 5% de probabilidade de erro. Possibilitando assim a comparação das hipóteses discutidas a respeito da distinção entre os tratamentos de acordo com as variáveis analisadas.

Houve perdas de unidades amostrais, diante disso, demandou-se que fosse efetuada uma análise de variância (ANOVA) desbalanceada com a perda de parcelas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise de variância demonstrou que a interação dos fatores (Genotípico x Indutores de Enraizamento) denotou diferença significativa expressada apenas nos valores referentes a massa de matéria seca de raiz (MSR), o mesmo também pôde ser observado entre os tratamentos com indutores de enraizamento. Entre as matrizes, houve diferença significativa traduzida em quatro variáveis: massa total de matéria seca de calo, massa de matéria seca da raiz, brotações imediatamente antes e calos ao longo do anel de Malpighi (Tabela 2).

Tabela 2 - Análise de variância (ANOVA) com quadrados médios de valores obtidos de alporques de *Trema micrantha* referentes à: Massa total de matéria seca de calo (MSC); Massa de matéria seca da raiz (MSR); Brotações imediatamente antes (BIA) e depois (BID) dos alporques (tendo como parâmetro inicial e final respectivamente o fuste e a extremidade apical do ramo em questão); Níveis de escala discreta de volume de calos nas extremidades do Anel de Malpighi (Calo), de ocorrência de calos ao longo do anel de Malpighi (C. Anel) e de volume de raiz (Raiz); Sobrevivência (Sob.).

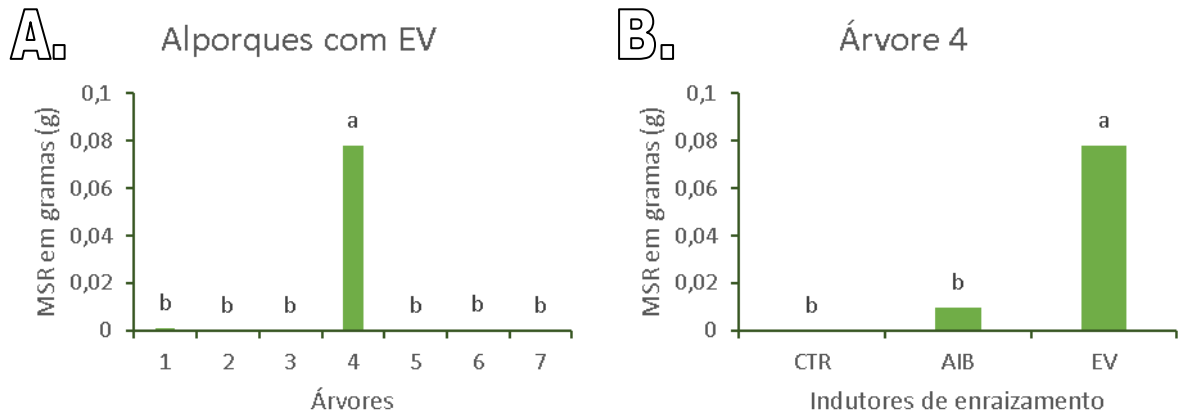
FV	GL	MSC	MSR	BIA	BID	Calo	C. Anel	Raiz	Sob.
		Gramas (g)		Variáveis discretas		(1-4)	(0-3)	(0-4)	(0-1)
Tratamento (T)	2	0,019 ^{ns}	0,0005*	1,981 ^{ns}	0,012 ^{ns}	0,164 ^{ns}	0,356 ^{ns}	0,415 ^{ns}	158.7 ^{ns}
Matriz (A)	6	0,075*	0,0007*	10,755*	0,023 ^{ns}	1,795 ^{ns}	1,795*	2,035 ^{ns}	2751.3 ^{ns}
T x A	12	0,033 ^{ns}	0,0006*	2,531 ^{ns}	0,033 ^{ns}	0,733 ^{ns}	0,733 ^{ns}	1,605 ^{ns}	1084.7 ^{ns}
Resíduos	31								

Fonte: O Autor (2022).

* Significativo a 5% de probabilidade de erro; ^{ns} Não significativo; FV: Fonte de Variação; GL: Graus de Liberdade;

Quando analisados somente os alporques com o extrato vegetal, pôde ser observado que houve diferença significativa da árvore 4 para com as demais (Figura 7). Entre os alporques da árvore 4, observou-se que o tratamento com extrato vegetal apresentou maiores valores, distinguindo significativamente dos demais tratamentos (Figura 7). Hartmann (2014) explica que o fator genotípico exerce influência na resposta da planta a estímulos de indução de raiz, podendo um mesmo estímulo provocar efeitos positivos e negativos em indivíduos distintos da mesma espécie.

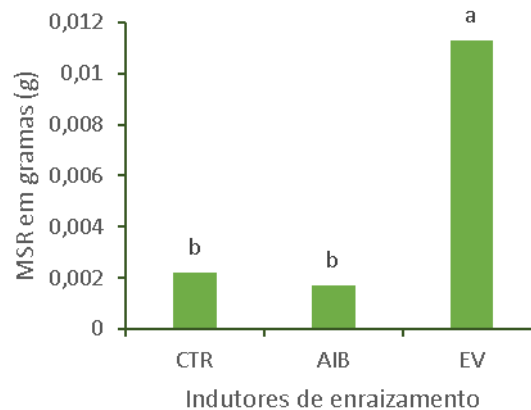
Figura 7 – Médias de massa de matéria seca de raiz (MSR) aferidos em alporques de *Trema micrantha*. (A) Resultados obtidos em alporques sob efeito de extrato vegetal de *Cyperus rotundus* (EV) em 7 indivíduos da espécie arbórea; (B) Valores referentes a três tratamentos de indução de enraizamento em alporques da árvore 4: controle (CTR), ácido indol-3-butírico (AIB) e extrato vegetal de *Cyperus rotundus* (EV). Letras minúsculas distintas representam diferença significativa entre os valores apresentados.



Fonte: O Autor (2022).

Não foram encontradas diferenças significativas nas variáveis analisadas entre os três tratamentos de indutores de enraizamento (Testemunha, AIB e EV), exceto quando comparados os valores referentes ao peso de matéria seca de raiz (MSR), onde o tratamento com extrato vegetal apresentou maiores valores (Figura 8). Pimenta (2013), Pimenta *et al.* (2014) e Pimentel (2015) também observaram efeitos positivos do extrato vegetal no enraizamento de alporques, constatando que o extrato pôde proporcionar efeitos positivos semelhantes aos obtidos com o uso de AIB.

Figura 8 - Média de massa de matéria seca de raiz (MSR) em três tratamentos de indução de enraizamento em alporques de *Trema micrantha*: controle (CTR), ácido indol-3-butírico (AIB) e extrato vegetal (EV) de *Cyperus rotundus*. Letras minúsculas distintas representam diferença significativa entre os valores apresentados.

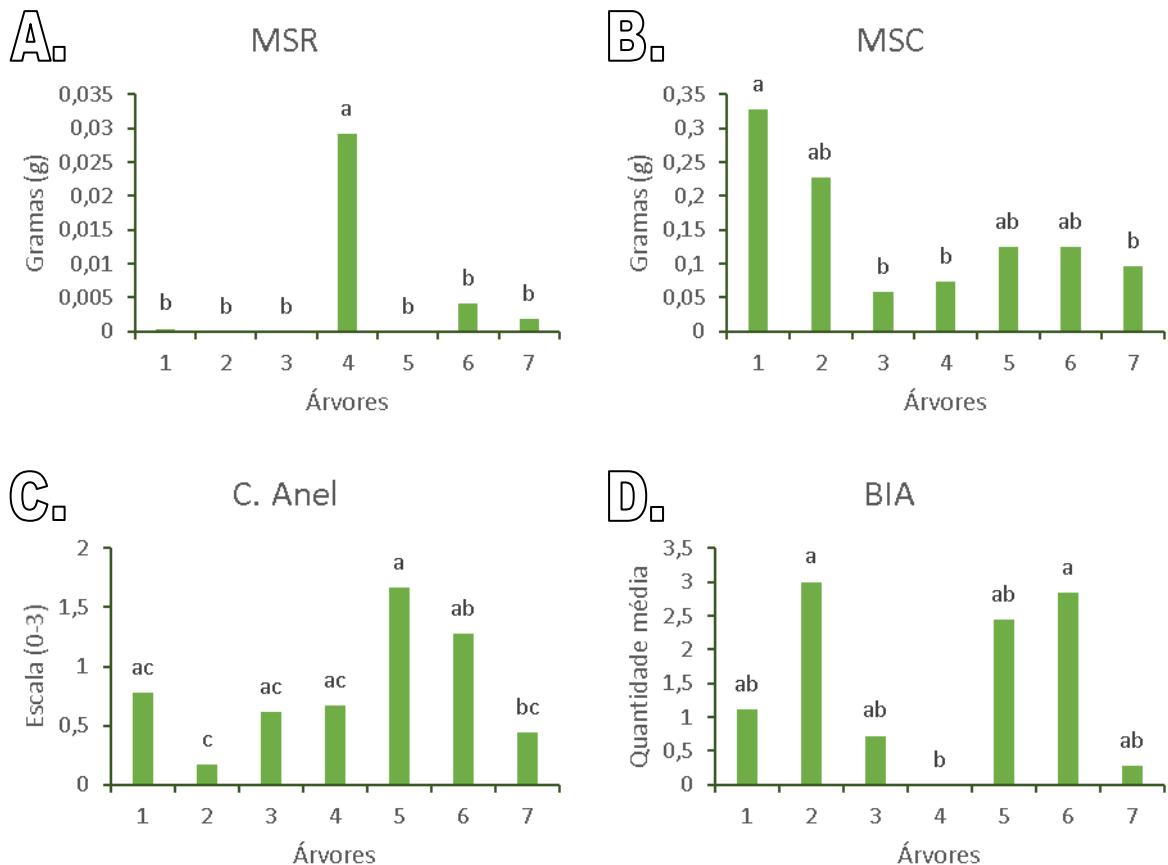


Fonte: O Autor (2022).

Entre as matrizes houve diferenças quanto às matérias secas de raiz e calo, à presença de calos no anelamento e às brotações imediatamente antes do alporque (BIA) como observado nos gráficos da Figura 9. Hartmann (2014) elenca uma série de fatores endógenos e exógenos, além do fator genotípico, que podem influenciar no desenvolvimento radicular adventício da planta como por exemplo sua idade, nutrição, condições fitossanitárias e iluminação.

Auxinas e outros fitohormônios desempenham papel de impedir brotações laterais (epicórmicas) superarem a dominância apical (HARTMANN *et al.*, 2014). Injúrias mecânicas — como o anelamento — e por fogo podem estimular brotações na planta próximas ao local afetado (ENGEL *et al.*, 2019). De acordo com Hartmann (2014), essas brotações — em inglês *water-sprouts* ou *water-shoots* — podem inibir o desenvolvimento de ramos e estruturas próximas.

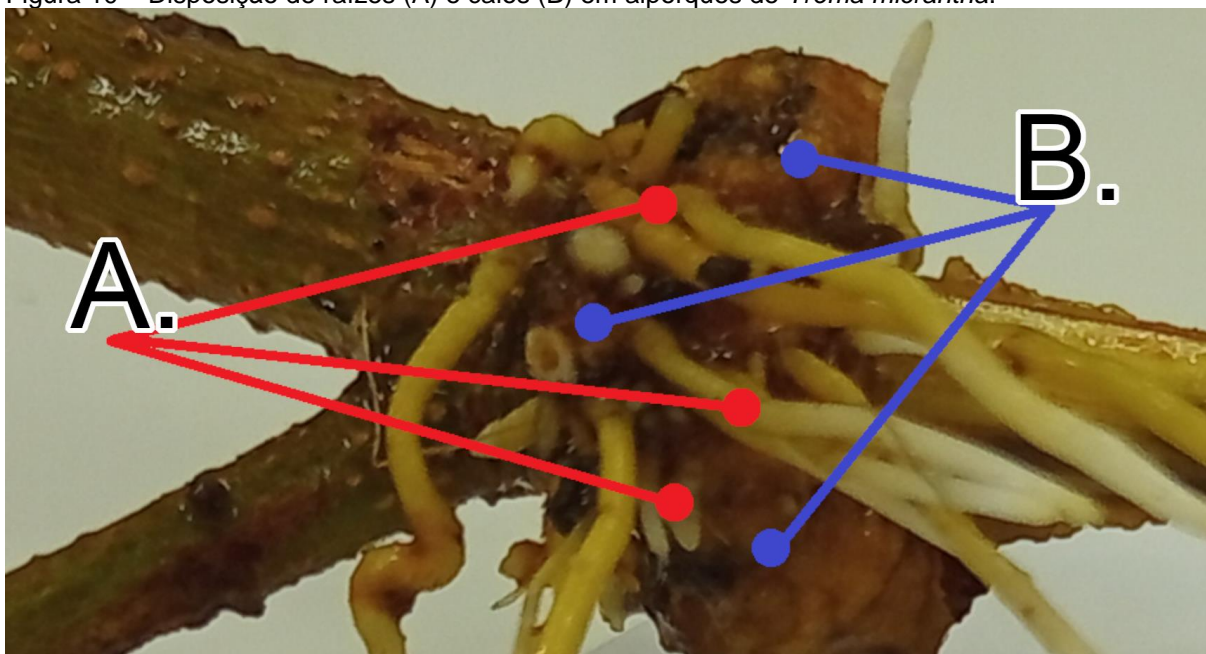
Figura 9 – Valores médios (eixo Y) referentes a alporques em sete árvores de *Trema micrantha* (eixo X) para as variáveis: (A) Massa de matéria seca de raiz (MSR); (B) Massa total de matéria seca de calos (MSC); (C) Níveis de escala discreta para ocorrência de calos ao longo do anel de Malpighi (C. Anel); (D) Número de brotações imediatamente antes dos alporques (tendo como parâmetro inicial e final respectivamente o fuste e a extremidade apical do ramo em questão). Letras minúsculas distintas representam diferença significativa entre os valores apresentados.



Fonte: O Autor (2022).

Calos são aglomerados de células do parênquima que surgem em resposta a estresses como ferimentos e infecção por patógenos (IKEUCHI; SUGIMOTO; IWASE, 2013) e também pode surgir devido ao balanço hormonal de auxinas e citocininas (HARTMANN *et al.*, 2014). Todos os alporques apresentaram desenvolvimento de calos e todas emissões radiculares se situavam sobre os calos (Figura 10). Peixoto (2017) relata que apesar de ocorrerem de forma simultânea, normalmente o desenvolvimento de calos e raízes são processos independentes, porém ressalta que em algumas espécies esses fenômenos podem estar relacionados, sobretudo as espécies com dificuldades de enraizamento. Hartmann *et al* (2014) menciona que a formação de raízes quando precedida da formação de calos é denominada como organogênese indireta.

Figura 10 – Disposição de raízes (A) e calos (B) em alporques de *Trema micrantha*.



Fonte: O Autor (2022).

Pode-se observar que houve correlação negativa entre o desenvolvimento de calos e raízes (Tabela 3), sugerindo que a massa dos calos se transforma na massa de raízes devido ao processo de diferenciação caracterizado pela organogênese direta. Também é possível observar que as matrizes com maiores CAP tiveram os menores valores no desenvolvimento de calos ao passo que obtiveram maior produção de raiz, sugerindo que fatores como idade ontogenética podem estar relacionados a velocidade do enraizamento adventício. Lins (2013) constatou que

em épocas em que os alporques de *Litchi chinensis* Sonn. (licheira) apresentaram maior desenvolvimento de calo, houve menores taxas de enraizamento. Dessa forma, convém comparar o desenvolvimento de *T. micrantha* em diferentes épocas do ano para observar se o mesmo fenômeno também ocorre nessa espécie.

As brotações epicórmicas próximas ao alporque não apresentaram correlação negativa com o desenvolvimento de calos e raízes, mostrando que a espécie apresentou enraizamento adventício dominante na técnica de alporquia.

Tabela 3 - Correlação de valores referentes a alporques de *Trema micrantha* relativo às variáveis : Massa total de matéria seca de calo (MSC); Massa de matéria seca da raiz (MSR); Brotações imediatamente antes (BIA) e depois (BID) dos alporques (tendo como parâmetro inicial e final respectivamente o fuste e a extremidade apical do ramo em questão); Níveis de escala discreta de volume de calos nas extremidades do Anel de Malpighi (Calo), de ocorrência de calos ao longo do anel de Malpighi (C. Anel) e de volume de raiz (Raiz). Valores positivos (tons de verde) representam correlação positiva, valores negativos (tons de vermelho) representam correlação negativa.

	C. Anel	Raiz	Calo	BID	BIA	MSR	MSC	D. Ramo	C. Ramo
CAP	-0.024	0.526	-0.737	0.015	-0.132	0.941	-0.489	-0.147	-0.159
C. Ramo	-0.169	-0.109	0.264	0.465	0.288	-0.255	0.329	0.290	1.000
D. Ramo	0.601	0.160	0.379	0.520	0.243	-0.240	-0.050	1.000	
MSC	0.125	0.265	0.825	0.659	0.295	-0.469	1.000		
MSR	-0.197	0.593	-0.776	-0.072	-0.441	1.000			
BIA	0.466	-0.155	0.474	0.387	1.000				
BID	0.504	0.645	0.616	1.000					
Calo	0.413	0.043	1.000						
Raiz	0.208	1.000							
C. Anel	1.000								

Fonte: O Autor (2022).

Além dos aspectos destacados, cabe também outras considerações sobre fatores que podem ter influenciado os resultados do experimento: 1) Foram encontradas diferentes espécies de formigas alojadas — com larvas — no interior dos alporques, além de outros artrópodes e fungos, possivelmente o ocorrido se deve ao substrato orgânico utilizado (Figura 11). A espécie aparenta ter usualmente relações ecológicas com formigas, o que demanda a utilização de substratos inócuos em contextos onde seja difícil controlar o isolamento perante formigas como foi o caso do presente trabalho; 2) Houve maior concentração da formação de raízes nos arredores do TNT preto (Figura 12), o que nos sugere que fototropismo negativo foi um fator preponderante para o desenvolvimento de raiz ao passo que uso de garrafa *pet* translúcida provavelmente foi um fator limitante; 3) A ocorrência unânime de raízes quebradiças e esbranquiçadas sugerem que o processo de diferenciação

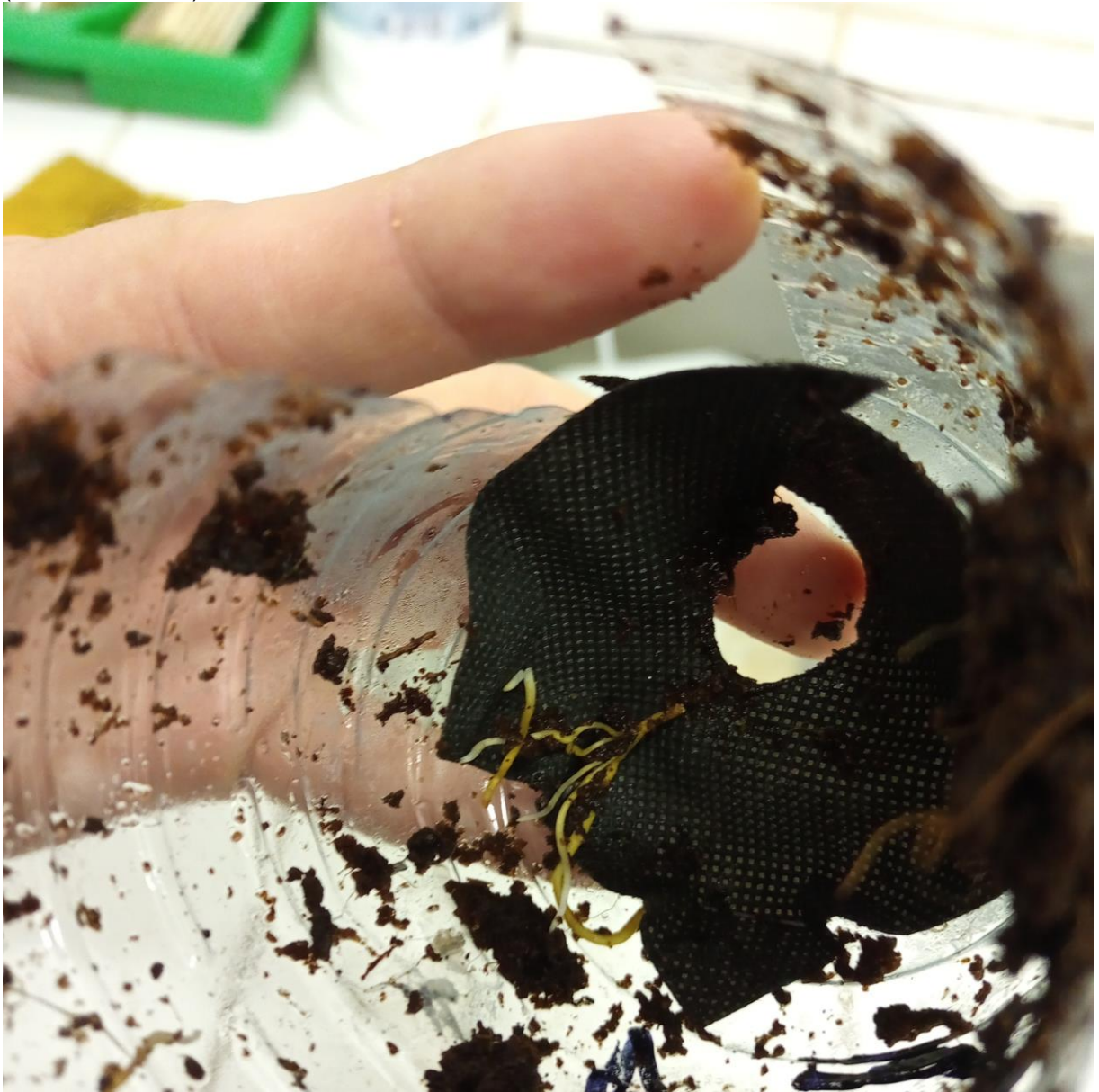
ainda estava em curso quando os alporques foram coletados e provavelmente um tempo maior de permanência na matriz proporcionaria melhores resultados quanto ao desenvolvimento de raiz nas condições adotadas.

Figura 11 - Formigas, fungos e outros artrópodes observados no interior dos alporques de *Trema micrantha*.



Fonte: O Autor (2022).

Figura 12 - Raízes esbranquiçadas e quebradiças de alporque de *Trema micrantha* fixadas no TNT (tecido não tecido).



Fonte: O Autor (2022).

4 CONCLUSÕES

Nas condições avaliadas foi possível observar que houve desenvolvimento radicial adventício de *Trema micrantha* por intermédio da técnica de alporquia. Porém, houve os indícios que a técnica demandava mais tempo para seu êxito e melhor desempenho. Além disto, cabe destacar as seguintes inferências:

- O extrato vegetal de *C. rotundus* proporcionou influência positiva no desenvolvimento radicial adventício.
- O desenvolvimento de raízes ocorre sobre os calos na técnica de alporquia, configurando uma organogênese indireta.
- Brotações epicórmicas nos ramos do alporque não exercem influência negativa no enraizamento adventício dentro do contexto empregado.
- Houve indícios que fatores não controlados no presente trabalho exerceram maior importância para determinar o desempenho da propagação vegetativa da espécie, demandando que novos estudos sejam realizados avaliando essas influências.

REFERÊNCIAS

- ANDREANI, D. V. M.; MACEDO, M.; EVANGELISTA, M. M.; ALMEIDA S. M. Aves como potenciais dispersoras de *Trema micrantha* (L.) Blume (Cannabaceae) em um fragmento florestal no estado de Mato Grosso. **Atualidades Ornitológicas**, v. 180, p. 33-37, 2014.
- BARBOSA, L. M.; SHIRASUNA, R. T.; LIMA, F. C.; ORTIZ, P. R. T.; BARBOSA, K. C.; BARBOSA, T. C. **Lista de espécies indicadas para restauração ecológica para diversas regiões do Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de botânica, 2017.
- BASURTO, R. A. G. **Micorrizas arbusculares y su interacción con especies forestales del bosque protector Pedro Franco Dávila del recinto Jauneche, cantón Palenque, provincia de Los Ríos**. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo, 2021, 58 f. Proyecto de Investigación (Ingeniería Forestal).
- BEZERRA, J. J. L. Compostos químicos e atividades biológicas do óleo essencial de *Cyperus rotundus* L. (Cyperaceae): uma revisão bibliográfica. **Diversitas Journal**, v6, n. 2, p. 2312-2323, 2021.
- BHERING, L. Rbio: A Tool For Biometric And Statistical Analysis Using The R Platform. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 17, p. 187-190p, 2017.
- BRIGHENTI, A. M. **Manual de Identificação e Manejo de Plantas Daninhas em Cultivos de Cana-de-açúcar**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2010.
- CAMPOS FILHO, E. M.; SARTORELLI, P. A. R. **Guia de árvores com valor econômico**. 2015. v. 37.
- CHAVES, T. de A. **Propagação vegetativa de espécies florestais com potencial para uso como cerca viva**. 2016. 33 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- DHAR, P.; DHAR, D.G.; RAWAT, A.K.S.; SRIVASTAVA, S. Medicinal chemistry and biological potential of *Cyperus rotundus* Linn.: An overview to discover elite chemotype(s) for industrial use. **Industrial Crops and Products**, v. 108, p. 232-247, 2017.
- DURIGAN, J.; CORREIA, N.; TIMOSSI, P. Estádios de desenvolvimento e vias de contato e absorção dos herbicidas na inviabilização de tubérculos de *Cyperus rotundus*. **Planta Daninha**, v. 23, n. 4, p. 621–626, 2005.
- ELIAS, G. A. **Efeitos do ácido indolacético (AIA) e cinetina no enraizamento de estacas em *Trema micrantha* (L.) Blume e *Myrsine coriacea* (Sw.) R. Br.** Criciúma: Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2010, 51 f. Trabalho Conclusão de Curso (Ciências Biológicas).
- ENGEL, M. L.; ALCANTARA, G. B. de; FLÔRES JÚNIOR, P. C.; HIGA, A. R. **Indução de brotações em matrizes de *Acacia mearnsii* De Wildeman em relação a idades e quatro estações do ano**. Scientia Forestalis. [S. l.]: Instituto de Pesquisa

e Estudos Florestais (IPEF), 30 jun. 2019. DOI 10.18671/scifor.v47n122.06. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18671/scifor.v47n122.06>.

FRANZON, R. C.; CARPENEDO, S.; CARLOS, J.; SILVA, S. **Produção de Mudanças: principais técnicas utilizadas na propagação de fruteiras**. Planaltia - DF: Embrapa Cerrados, 2010.

HARTMANN, H. T.; KASTER, D. E.; DAVIES JR, F. T.; GENEVE, R. L. **Hartmann & Kester's Plant Propagation Principles and Practices**. 8. ed. New York: Pearson, 2014.

HARTMANN, H. T.; KASTER, D. E.; DAVIES JR, F. T.; GENEVE, R. L.; WILSON, S. B. **Hartmann & Kester's plant propagation: principles and practices**. 9. ed. New York: Pearson, 2018.

IKEUCHI, M.; SUGIMOTO, K.; IWASE, A. **Plant Callus: Mechanisms of Induction and Repression**. The Plant Cell. [S. l.]: Oxford University Press (OUP), set. 2013. DOI 10.1105/tpc.113.116053. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1105/tpc.113.116053>.

IPÊ - Instituto de Pesquisas Ecológicas. **Trema micrantha (L.) Blume**. 2022. Disponível em: <http://flora.ipe.org.br/sp/143>. Acesso em: 18 out. 2022.

KHATOUNIAN, C. A.; OLIVEIRA, D. A. M.; FERREIRA, T. M.; DUPRE, M.; MERIANNE, H. Distribuição dos tubérculos de Tiririca (*Cyperus rotundus* L.) no perfil do solo e suas implicações para a conversão para agricultura orgânica de hortas urbanas. **Scientia Plena**, v. 14, n. 9, 2018.

LINS, L. C. R. de. **Propagação da lichieira por alporquia em diferentes substratos e épocas do ano**. 2013. 39 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1992. 385 p.

LUBKE, L. **Trema micrantha (L.) Blume: Fenologia reprodutiva, germinação e citogenética em área de restauração florestal no sudoeste do paraná**. Dois Vizinhos: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016. 57 f. Trabalho Conclusão de Curso (Engenharia Florestal).

MAGALHÃES, M. L. L. **Germinação e estabelecimento de arbustos e árvores pioneiros para a restauração florestal por semeadura direta**. 2017. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília – DF.

MEGURO, M. Substâncias reguladoras de crescimento em rizoma de *Cyperus rotundus* L. **Boletim de Botânica**, v. 33, p. 147-71, 1969.

PEIXOTO, P. H. P. **Propagação das Plantas Princípios e Práticas**. Juiz de Fora: 2017.

PEERZADA, A.M.; ALI, H.H.; NAEEM, M.; LATIF, M.; BUKHARI, A.H.; TANVEER, A. *Cyperus rotundus* L.: Traditional uses, phytochemistry, and pharmacological activities. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 174, p. 540-560, 2015.

PIMENTA, M. A. C. **Uso de extrato de tubérculos de *Cyperus rotundus* L. na clonagem da *Cnidocolus quercifolius* Pohl. pelo processo de alporquia**. Patos: Universidade Federal de Campina Grande, 2013. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Florestal).

PIMENTA, M. A. C.; ARRIEL, E. F.; SANTOS, D. R.; SANTOS, Y. M.; LUCENA, E. O. Clonagem por alporquia de *Cnidocolus quercifolius* Pohl . utilizando auxina natural. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 2, p. 83–94, 2014.

PIMENTEL, M. S. **Clonagem da *Tabebuia aurea* e *Cnidocolus quercifolius* pelo processo de alporquia**. Patos: Universidade Federal de Campina Grande, 2015. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Florestal).

ROBINSON, V. **Índice de importância de diferentes espécies de plantas na atração de aves para uma área reflorestada em Piracicaba**. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 2015, 54 f. Trabalho Conclusão de Curso (Ciências Biológicas).

ROJAS-SANDOVAL, J.; ACEVEDO-RODRÍGUEZ, P. *Cyperus rotundus* (purple nutsedge). **CABI: Invasive Species Compendium**. Washington DC, 2022. Disponível em: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/17506> Acesso em: 29 de mar. 2022

SANTOS, M. G. M.; SILVA, W. C.; RIBEIRO, P. H. P.; BARRETTO, V. C. de M.; ROCHA, E. C.; OLIVEIRA, R. C.; QUEIROZ LUZ, J. M.; ARRUDA, A. S. Clonal propagation of *Eucalyptus urophylla* under effect of *Cyperus rotundus* extract and indole-3-acetic acid. **Scientia Plena**, v. 17, n. 10, 2021.

SENAR - Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Reflorestamento: produção de mudas florestais no bioma amazônico**. 1. ed. Brasília: SENAR, 2018.

SOUZA, V.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APGII**. Nova Odessa: Editora Plantarum, 2015.

SOUZA, M. F.; PEREIRA, E. de O.; MARTINS, M. Q.; COELHO, R. I.; PEREIRA JÚNIOR, O. dos S. Efeito do extrato de *Cyperus rotundus* na rizogênese. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 157–162, 2012.

STOLARSKI, O. C.; GORENSTEIN, M. R.; LUBKE, M.; LUBKE, L.; O'CONNOR, P. H. P.; BECHARA, F. C. *Trema micrantha* (L.) Blume. in plantations for ecological restoration: Early development in the brazilian subtropical forest. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 3, p. 1217-1229, 2018.

VASCONCELOS, A. A.; INNECCO, R; MATTOS, S. H. Influência de diferentes composições de substratos na propagação vegetativa de *Gypsophila* no litoral cearense. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 4, p. 706-712, 2012.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2013.