

## BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR COMO SUBSTRATO ALTERNATIVO NO ENRAIZAMENTO DE ARAÇÁ

Henrique Gorio Oliveira<sup>1</sup>, Angela Ikeda<sup>1\*</sup>, Giovana Bomfim de Alcantara<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Paraná – UFPR, Departamento de Ciências Florestais, Setor de Ciências Agrárias, Campus Botânico, Avenida Prefeito Lothário Meissner, 632, Bairro Jardim Botânico, Curitiba – PR, CEP: 80210-170. E-mail: [henrique.gorio@ufpr.br](mailto:henrique.gorio@ufpr.br), [aikeda@ufpr.br](mailto:aikeda@ufpr.br), [giobomfim@ufpr.br](mailto:giobomfim@ufpr.br)

\*autor correspondente: [aikeda@ufpr.br](mailto:aikeda@ufpr.br)

**RESUMO:** A espécie frutífera araçá tem grande potencial econômico, mas pouco desenvolvimento de técnicas silviculturais para produção de mudas de alta qualidade e produtividade. O objetivo do trabalho é testar a produção de mudas de araçá utilizando como substrato bagaço de cana-de-açúcar em diferentes proporções combinadas ao substrato comercial Forth<sup>®</sup>. O bagaço de cana-de-açúcar é um resíduo agroindustrial abundante no Brasil, com geração de passivos ambientais aproveitados como fonte alternativa e econômica para a formulação de substratos. Os tratamentos consistiram de cinco combinações: 100% substrato comercial; 75% substrato + 25% bagaço; 50% + 50%; 25% + 75%; e 100% bagaço de cana. Foram realizadas análises físicas de densidade úmida e seca, e granulometria das misturas de substrato. Foi utilizado delineamento de blocos ao acaso (DBC) com quatro repetições, 20 estacas por parcela, totalizando 400 estacas. As estacas foram mantidas em casa de vegetação com umidade relativa do ar de  $70 \pm 5\%$  e temperatura  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ . Após 100 dias da instalação avaliou-se a porcentagem de enraizamento, formação de calos, sobrevivência, mortalidade, número de raízes formadas por estacas e média do comprimento das três maiores raízes. A combinação de 50% substrato Forth<sup>®</sup> misturado com 50% de bagaço de cana-de-açúcar apresentou porcentagem de enraizamento mais significativa (38%) e menores porcentagens de mortalidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Estaquia, propagação vegetativa, *Psidium cattleyanum* Sabine.

## SUGARCANE BAGASSE AS AN ALTERNATIVE SUBSTRATE FOR ARAÇÁ ROOTING STRAWBERRY GUAVA

**ABSTRACT:** Strawberry guava has great potential for fruit production. It is produced on a small scale, and there is limited development in silvicultural techniques and the production of high-quality seedlings. This study aims to test the seedling production of strawberry guava using an alternative substrate made from sugarcane bagasse in different proportions combined with the commercial substrate Forth<sup>®</sup>. Sugarcane bagasse is an abundant agro-industrial residue in Brazil that generates environmental liabilities, but could serve as an alternative, cost-effective source for substrate formulation in seedling production. The treatments consisted of five combinations: 100% commercial substrate; 75% substrate + 25% sugarcane bagasse; 50% + 50%; 25% + 75%; and 100% sugarcane bagasse. Physical analyses were conducted, including wet and dry bulk density and particle size distribution of the substrate mixtures. The experiment was in randomized block design (RBD) with four replications, 20 cuttings per plot, totaling 400 cuttings. The cuttings were kept in a greenhouse with relative humidity  $70 \pm 5\%$  and temperature of  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ . After 100 days, we evaluated: rooting percentage, callus formation,

survival, mortality, number of roots formed per cutting, and average length of the three longest roots. Combination containing 50% Forth® mixed with 50% sugarcane bagasse showed higher rooting percentages (38%) and lower mortality rates.

KEY WORDS: cutting, vegetative propagation, *Psidium cattleyanum* Sabine.

## INTRODUÇÃO

Em 2024 o Brasil alcançou 1,07 milhões de toneladas de exportações de frutas, o que equivale a 1,296 bilhão de dólares (ABRAFRUTAS, 2025). Dentre este volume de exportações a maioria concentra em espécies exóticas. Visando fortalecer a promoção global das frutas brasileiras, e a possibilidade de explorar o potencial das frutas nativas em mercados específicos, são oportunos estudos envolvendo a produção de mudas de alta qualidade para expansão da produção de espécies nativas.

O araçá, *Psidium cattleyanum* Sabine, é uma frutífera nativa da Mata Atlântica do Brasil, pertencente à família das Myrtaceae, seus frutos são comestíveis e possuem boa aceitação pelos consumidores pelo sabor, além de ser ricos em vitaminas A, B e C, carboidratos e antioxidantes. Os frutos do araçá têm potencial de consumo tanto *in natura* quanto beneficiado, o que desperta interesse das agro e farmacocindústria (Franzon *et al.*, 2009).

A produção de mudas de araçazeiro pode ser realizada via seminal e por propagação vegetativa. A produção de mudas por reprodução assexuada apresenta vantagens quando se trata da formação de pomares comerciais, principalmente pela fixação de genótipos superiores, maior produtividade, facilidade de propagação, antecipação do período de florescimento e formação de pomares homogêneos (Fachinello *et al.*, 2005; Hartmann *et al.*, 2017). Dentre as técnicas utilizadas na fruticultura para propagação vegetativa, a estaquia possibilita a produção de baixo custo e fácil execução de uma grande quantidade de mudas a partir de matrizes com características selecionadas.

Na estaquia, diversos fatores podem afetar o enraizamento adventício. Fatores intrínsecos estão relacionados às características internas da estaca como: a condição fisiológica; idade da planta matriz e genótipo. Em contrapartida, os fatores extrínsecos estão associados às características externas, como o ambiente onde a estaca se encontra, uso de fitorreguladores, luminosidade, umidade, estação do ano e substrato (Xavier *et al.*, 2013).

No Brasil o bagaço da cana-de-açúcar é um dos resíduos mais abundantes do setor agrícola, sendo resultado da moagem da cana, processo responsável pela extração da garapa. Ao sair da moenda o bagaço possui aproximadamente 30% da massa da cana (Machado, 2000). É crescente a preocupação com o descarte dos resíduos devido aos passivos ambientais que eles podem gerar, e considera-se uma perda de energia que poderia ser reaproveitada como matéria prima (Klein, 2015). Assim, o bagaço da cana-de-açúcar vem sendo aproveitado para algumas finalidades como aquecimento das caldeiras das usinas alcooleira e alimentação animal, contudo não são alternativas suficientes para consumir toda a quantidade de bagaço gerado (Costa, 2020).

Uma das possíveis destinações do bagaço de cana-de-açúcar é como substrato, alternativa que vem sendo estudada com o objetivo de transformá-lo em uma matéria-prima mais acessível devido à sua alta disponibilidade e baixo custo. Isso minimizaria o impacto ambiental causado pelo resíduo sólido gerado e reduziria os custos de produção de muda. A utilização de resíduos agroindustriais constitui-se como uma crescente preocupação ambiental e a sua utilização pode representar redução no custo de produção de mudas de espécies florestais.

Apesar do reconhecido potencial do araçá, sua exploração produtiva permanece limitada a contextos regionais. O desenvolvimento limitado da produção da espécie deve-se, principalmente, à escassez de informações. Embora já existam vários estudos realizados com o araçá, ainda são necessárias pesquisas para a implementação de protocolos técnicos e o estabelecimento de pomares homogêneos com viabilidade comercial.

Assim, o trabalho tem como objetivo avaliar a utilização do resíduo agroindustrial bagaço de cana-de-açúcar combinado com proporções do substrato comercial Forth<sup>®</sup> (casca de *Pinus*, fibra de coco e casca de arroz carbonizada) para enraizamento de estacas de araçá.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em casa de vegetação do viveiro anexo ao Laboratório de Biotecnologia Florestal, localizado no *campus* Botânico da Universidade Federal do Paraná, Jardim Botânico, Curitiba, Paraná, coordenadas geográficas 25° 24' 44" de latitude sul e 49° 16' 03" de longitude Oeste. Segundo Köppen, a região está classificada como Cfb, sendo a temperatura média, entre máxima e mínima, do mês mais quente inferior a 22°C e a do mais

frio inferior a 18°C (Aparecido *et al.*, 2016). Curitiba está localizada em altitude de 935 metros e possui média pluviométrica de 1390 mm.

Na casa de vegetação a umidade relativa do ar foi mantida em torno de 95% ± 5% e a temperatura em 25 °C ± 2 °C. O resfriamento e a umidade foram mantidas por sistema PAD/FAN de ventilação e exaustão e sistema de microaspersão.

As matrizes clonais de arará foram acondicionadas em casa de vegetação com irrigação manual três vezes por semana e podas regulares para estimular a produção de brotações. Realizou-se a fertirrigação quinzenal com Forth® nas estações da primavera e do verão, e após 12 meses, adubação com NPK 20-20-20 a cada dois meses.

As estacas foram obtidas a partir da coleta de brotações apicais e basais das matrizes clonais de idade em torno de 20 meses. As brotações foram acondicionadas em água em temperatura ambiente e as estacas confeccionadas com cinco centímetros de comprimento, dois pares de folhas reduzidas em 50%, com retirada da gema apical e corte em bisel na base. Foi realizada a desinfestação superficial das estacas com hipoclorito de sódio a 0,5% durante 10 minutos e lavagem em água corrente por mais 10 minutos. Em seguida, a base das estacas foram submergidas em solução hidroalcolica de IBA 2000 mg L<sup>-1</sup> durante 10 segundos.

As estacas foram alocadas em tubetes de polipropileno de 56 cm<sup>3</sup> contendo substrato comercial Forth® composto de casca de *Pinus*, fibra de coco e casca de arroz carbonizada misturado a bagaço de cana nas proporções dos tratamentos:

T1: 100% substrato Forth® e 0% bagaço de cana-de-açúcar;

T2: 75% substrato Forth® e 25% bagaço de cana-de-açúcar;

T3: 50% substrato Forth® e 50% bagaço de cana-de-açúcar;

T4: 25% substrato Forth® e 75% bagaço de cana-de-açúcar;

T5: 0% substrato Forth® e 100% bagaço de cana-de-açúcar.

O experimento foi instalado em delineamento blocos ao acaso (DBA) com combinações de substrato em cinco tratamentos, com 20 estacas por parcela e quatro blocos (5 x 20 x 4) totalizando 400 estacas.

As estacas foram mantidas em casa de vegetação pelo período de 100 dias e então, avaliadas as variáveis: porcentagem de estacas enraizadas (estacas que apresentaram pelo menos uma raiz, maior ou igual a um milímetro, podendo ou não apresentar calo); porcentagem de estacas com calo (estacas que apresentaram somente a formação de calosidade);

porcentagem de estacas sobreviventes (estacas que não formaram raízes nem calos, mas se mantiveram vivas); porcentagem de estacas mortas (estacas com necrose em toda ou na maior parte de sua extensão); comprimento das três maiores raízes formadas por estaca (cm) e número de raízes formadas por estaca.

As análises físicas de substrato foram realizadas no Laboratório de Sementes Florestais da UFPR. Para a determinação da umidade pesou-se 100 gramas de substrato de cada tratamento e deixados na estufa de secagem a 65°C até atingir massa constante. Para determinar a densidade, utilizou-se uma proveta preenchida com substrato até o volume de 300 mL deixada cair 10 vezes de uma altura de 10 cm para acomodar o substrato. Em seguida, o substrato foi pesado para o cálculo da densidade úmida. Com base nesse valor foram utilizados anéis de PVC com 5 cm de altura por 5 cm de diâmetro, fechados na base com tela de voil, adicionados da massa calculada e colocados em vasilhas com água para saturação durante 48 horas, com lâmina de água a 0,5 cm das bordas dos anéis. Para determinação da capacidade de retenção de água, os anéis saturados foram pesados e colocados na mesa de tensão (1 kPa) coberta com papel filtro por 48 horas, até atingir o equilíbrio. Após o equilíbrio, os anéis foram pesados e colocados para secar em estufa a 65°C por 48 horas, então novamente pesados para obtenção da massa seca e realização dos cálculos.

Os dados foram avaliados quanto à sua homogeneidade pelo teste de Shapiro-Wilk e as variáveis cujas variâncias mostraram-se homogêneas tiveram as médias submetidas ao teste de F. Quando houve diferenças estatísticas entre as médias dos tratamentos, foi aplicado teste de Tukey a 5% e a 1% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas no programa estatístico Sisvar 5.6 (Ferreira, 2011). Apenas a variável calo foi transformada utilizando-se  $\sqrt{x}$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a variável enraizamento, os tratamentos contendo o substrato Forth® apresentaram resultados superiores quando comparados ao tratamento com 100% de bagaço de cana-de-açúcar. Para a variável mortalidade os melhores resultados foram com a utilização de 100% Forth® e a presença desse substrato relacionado a menores percentuais de mortalidade e maiores para enraizamento (Tabela 01).

A propagação de arará ocorre em sua maioria via seminal e estudos com estacas semilenhosas dessa espécie apresentam resultados variáveis. Pesquisas que empregaram material juvenil e técnicas de rejuvenescimento demonstraram resultados promissores. Altoé (2011) utilizou miniestacas de minicepas seminais e juvenis de araçazeiro e encontrou um percentual de enraizamento de 91,66%. Muniz (2021) em estudo com mudas juvenis de *P. cattleyanum* obteve 45% de enraizamento em estacas apicais. Voltolini (1996) ao aplicar 70% de sombreamento e realizar podas nas matrizes de *P. cattleyanum* registrou um enraizamento de 94,3% no outono, mesmo sem o uso de auxinas exógenas.

**Tabela 01** – Resultados da comparação de médias para porcentagem de enraizamento e de mortalidade de estacas de *Psidium cattleyanum* Sabine em diferentes proporções de bagaço de cana-de-açúcar com substrato Forth®

Tratamentos	Enraizamento (%)	Mortalidade (%)
100% bagaço	12,00 b	47,00 a
75% bagaço e 25% Forth®	30,00 a	37,00 ab
50% bagaço e 50% Forth®	38,00 a	24,00 b
25% bagaço e 75% Forth®	31,00 a	36,00 ab
100% Forth®	47,00 a	19,00 b

Médias seguidas da mesma letra a vertical, para proporções de bagaço de cana com substrato Forth® não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

A elevada variação no percentual de enraizamento observada na literatura pode ser atribuída à variação genética entre as matrizes avaliadas nos diferentes estudos, aliada a dificuldade de enraizamento da espécie *P. cattleyanum* que possivelmente apresenta fatores inibidores que comprometem a indução e o desenvolvimento radicial. A capacidade de enraizamento de estacas varia conforme a espécie e a cultivar, permitindo classificá-las em grupos de fácil, média ou difícil enraizamento. No entanto, essa facilidade de enraizamento resulta da interação de múltiplos fatores, não se restringindo unicamente ao potencial genético do material vegetal (Fachinello *et al.*, 1995).

Para as demais variáveis: calo, número de raízes e comprimento das três maiores raízes (cm) não houve diferença estatística, apenas numérica. A porcentagem de calo variou de 29,34

a 38,87%, o número de raízes de 1,67 a 3,32 e o comprimento das três maiores raízes de 3,87 a 4,71cm (Tabela 02).

**Tabela 02** – Resultados para porcentagem de calos, número de raízes e comprimento das três maiores raízes de estacas de *Psidium cattleianum* Sabine em diferentes proporções de bagaço de cana-de-açúcar e substrato Forth®

Tratamentos	Calo (%)	Número de raízes	Comprimento das três maiores raízes (cm)
100% bagaço	38,87	1,67	4,03
75% bagaço e 25% Forth®	29,34	2,79	4,26
50% bagaço e 50% Forth®	35,66	3,00	3,87
25% bagaço e 75% Forth®	29,74	2,91	4,24
100% Forth®	33,01	3,32	4,71

Os tratamentos compostos por diferentes proporções de substrato comercial Forth® apresentaram os índices mais próximos do que se espera de substratos de qualidade, porém este resultado não refletiu diretamente no enraizamento. Os tratamentos contendo substrato Forth® apresentaram maiores médias de densidade, capacidade de retenção de água e porosidade total, o que pode ter gerado melhor enraizamento, em relação ao bagaço de cana puro (Tabela 03).

**Tabela 03** – Resultados da análise de substrato, média da densidade, média da capacidade retenção de água (CRA), média macroporosidade e média porosidade total (PT)

Tratamentos	Média densidade (kg m <sup>-3</sup> )	Média CRA (% v v <sup>-1</sup> )	Média macroporosidade (%)	Média PT (%)
100% Forth®	670,56	50,43	23,68	73,09
75% Forth® 25% bagaço	497,18	43,78	28,11	68,10
50% Forth® 50% bagaço	327,03	38,00	32,18	64,77
25% Forth® 75% bagaço	154,59	27,40	33,95	57,84
100% bagaço	65,57	22,18	35,54	47,12
Níveis ideais*	400-500	55-70	34-45	>85

\*Bunt (1973); Gonçalves e Poggiani (1996).

O tratamento com 100% de bagaço de cana-de-açúcar foi inferior aos demais para enraizamento, o que pode ser explicado pela baixa média de densidade, média da capacidade de retenção de água e média de porosidade total (Tabela 03). Em estudo com germinação de genótipos de girassol o bagaço da cana-de-açúcar não apresentou resultados satisfatórios, podendo ser otimizado se misturado a outros substratos (Silva *et al.*, 2014). Na produção de mudas de maracujazeiro e tomateiro, o efeito de mistura de turfa com bagaço de cana-de-açúcar e concluiu-se que para ambas a mistura mais adequada é 1:1 (Biasi *et al.*, 1995).

O substrato somente com bagaço de cana-de-açúcar apresenta alta porosidade e alta permeabilidade a água, conferindo boa aeração, porém drenagem excessiva de água, o que afetou negativamente no enraizamento das estacas. Um substrato ideal deve possuir porosidade adequada para garantir a aeração eficiente e uma capacidade de retenção hídrica suficiente para atender às necessidades das plantas. Substratos com porosidade muito elevada são vantajosos para a aeração das raízes, mas podem resultar em baixa retenção de água, gerando deficiência hídrica, uma vez que os poros de menor tamanho são os responsáveis pela função de retenção de água (Zorzeto *et al.*, 2014; Costa *et al.*, 2017).

Encontram-se poucos estudos sobre o uso do bagaço de cana-de-açúcar no enraizamento de estacas, embora ele possa ser uma alternativa viável na composição de substratos, contribuindo para a redução dos custos com substratos comerciais. Ganhos na produção de mudas e/ou enraizamento de estacas têm sido obtidos com a utilização de substratos constituídos por resíduos vegetais ou compostos orgânicos, tais como, bagaço de cana-de-açúcar, casca de pinus com vermiculita, torta de filtro, casca de coco, entre outros. Esses substratos apresentam como características em comum, baixos níveis de metais pesados e elevada porosidade, o que possibilita o escoamento rápido da água de irrigação ou de nebulização, impedindo que as raízes e/ou radicelas sejam submetidas à baixa oxigenação (Arruda *et al.*, 2007).

Em um estudo com *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *E. saligna* Smith o substrato composto por bagaço de cana-de-açúcar e torta de filtro, com adubação NPK 19-6-10 foi o mais adequado, resultando em plantas com maior crescimento inicial em altura (Freitas *et al.*, 2005). Estudos que avaliam a incorporação do bagaço de cana-de-açúcar como componente do substrato são de grande relevância, pois fornecem embasamento técnico ao setor produtivo, o qual possui elevado potencial para a utilização desses resíduos agroindustriais na formulação

de substratos. Os resíduos utilizados como substratos para o enraizamento de estacas devem apresentar características econômicas, ecológicas, físicas e químicas adequadas, além de estarem isentos de bactérias, fungos e outros patógenos. Esses materiais também devem oferecer boa sustentação às estacas, garantindo níveis adequados de umidade e aeração para favorecer o desenvolvimento radicial (Costa *et al.*, 2017).

## CONCLUSÕES

A utilização do bagaço de cana-de-açúcar na propagação vegetativa de *Psidium cattleianum* Sabine mostra-se viável, contudo, quando adicionado a outro substrato. Recomenda-se a utilização do substrato na proporção 50% bagaço de cana e 50% Forth® por proporcionar maior enraizamento e baixa mortalidade.

## REFERÊNCIAS

ABRAFRUTAS. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES E EXPORTADORES DE FRUTAS E DERIVADOS. **Estatística de exportações de frutas**. Brasília: ABRAFRUTAS, 2025. 3p. Disponível em: '<https://abrafrutas.org/paineis-de-producao/>'. Acesso em: 18 mai. 2025.

ALTOÉ, J.A. **Produtividade de minicepas, enraizamento de miniestacas e qualidade de mudas de goiabeira e araçazeiros produzidas por miniestaquia**. 2011. 119p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campo dos Goytacazes, 2011.

APARECIDO, L.E.O.; ROLIM, G.S.; RICHETTI, J.; SOUZA, P.S.; JOHANN, J.A. Köppen, Thornthwaite and Camargo climate classifications for climatic zoning in the State of Paraná, Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.40, p.405-417, 2016.

ARRUDA, M.R. DE; PEREIRA, J.C.R.; MOREIRA, A.; TEIXEIRA, W.G. Enraizamento de estacas herbáceas de guaranazeiro em diferentes substratos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, p.236-241, 2007.

BIASI, L.A.; BILIA, D.A.C; SÃO JOSÉ, A.R.; FORNASIERI, J.L.; MINAMI, K. Efeito de misturas de turfa e bagaço-de-cana sobre a produção de mudas de maracujá e tomate. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, p. 239-243. 1995.

BUNT, A.C. Some physical and chemical characteristics of loamless pot-plant substrates and their relation to plant growth. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.38, p.1954-1965, 1973.

COSTA, J.C.F. DA; MENDONÇA, R.M.N.; FERNANDES, L.F.; OLIVEIRA, F.P. DE; SANTOS, D. Caracterização física de substratos orgânicos para o enraizamento de estacas de goiabeira. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, v.7, p.16-23, 2017.

COSTA, T.R.S. **Possibilidade de carbonização do bagaço da cana-de-açúcar para uso como substrato de plantas**. 2020. 25p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal da Paraíba Campus II, Areia, 2020.

FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C.; KERSTEN, E.; FORTES, G.R.L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. Pelotas: UFPEL, 1995, 179p.

FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2005, 221p.

FERREIRA, D.F. SISVAR: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, 2011, 35.

FRANZON, R.C.; CAMPOS, L.Z. DE O.; PROENÇA, C.E.B.; SOUSA-SILVA, J.C. **Araçás do gênero *Psidium*: Principais espécies, ocorrência, descrição e usos**. Embrapa Cerrados: Planaltina, 2009, 17p.

FREITAS, T.A.S. DE; BARROSO, D.G.; CARNEIRO, J.G. DE A.; PENCHEL, R.M.; LAMÔNICA, K.R.; FERREIRA, D. DE A. Desempenho radicular de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**. Viçosa, v.29, p.853-861, 2005.

GONÇALVES, L.M.; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13, 1996, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: Sbc, 4p.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; JUNIOR-DAVIES, F.T.; GENEVE, R.L. **Plant propagation: principles and practices**. 9Ed. Boston: Prentice-Hall, 2017. 928p.

MACHADO, G.O. **Preparação e caracterização de CMC e CMC grafitizada**. 2025. 113p. Dissertação (Mestrado em Ciências e Engenharia de Materiais) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

MUNIZ, J.S. **Efeito do tipo de estaca, número de folhas e área foliar no enraizamento de *Psidium cattleyanum* Sabine**. 2021. 55p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2021.

SILVA, V.F.; BRITO, K.S.A.; NASCIMENTO, E.C.S.; ANDRADE, L.O.; FERREIRA, A.C. Efeito de diferentes substratos na germinação de genótipos de girassol. **Revista Verde**, Petrolina, v.9, p.16-20, 2014.

VOLTOLINI, J.A. **Influência do sombreamento, AIB e época na produção de mudas de araçazeiro (*Psidium cattleyanum* Sabine)**. 1996. 61p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1996.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R.L. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas**. 2Ed. Viçosa: UFV, 2013. 280p.

ZORZETO, T.Q.; DECHEN, S.C.F.; ABREU, M.F.; FERNANDES-JÚNIOR, F. Caracterização física de substratos para plantas. **Bragantia**, Campinas, v.73, p.300-311, 2014.