

This file has been cleaned of potential threats.

If you confirm that the file is coming from a trusted source, you can send the following SHA-256 hash value to your admin for the original file.

e12ef664c1a464c582a406d4f11545b90266925a83c431367731c06cab50969b

To view the reconstructed contents, please SCROLL DOWN to next page.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA - INPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA NO TRÓPICO ÚMIDO - PPG-
ATU

PROPAGAÇÃO SEXUADA E ASSEXUADA DE *Talinum paniculatum* (JACQ.) GAERTN.

JANAINA DA SILVA MARIANO

MANAUS-AM
2026

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA NO TRÓPICO ÚMIDO - PPG-
ATU

PROPAGAÇÃO SEXUADA E ASSEXUADA DE *Talinum paniculatum* (JACQ.) GAERTN.

ORIENTADOR: PROF. DR. DANIEL FELIPE DE OLIVEIRA GENTIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura no Trópico Úmido do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agricultura no Trópico Úmido.

Manaus-AM
2026

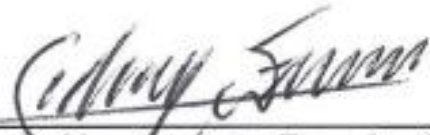
Folha de Aprovação

A Banca Julgadora, abaixo assinada, **aprova** a Dissertação de Mestrado:

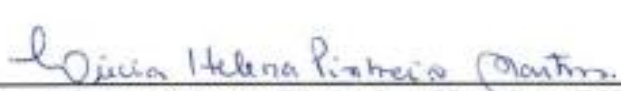
Título: "Propagação sexuada e assexuada de *Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn."

Autor: Janaina da Silva Mariano

Banca Julgadora:



Dr. Sidney Alberto do Nascimento Ferreira (INPA)
(Membro titular)



Dra. Lúcia Helena Pinheiro Martins (UFAM)
(Membro titular)



Dra. Eva Maria Alves Cavalcanti Atroch (UFAM)
(Membro titular)

Manaus (AM), 30 de junho de 2026.

M333p Mariano, Janaina

Propagação sexuada e assexuada de *talinum paniculatum* (jacq.) gaertn. / Janaina Mariano; orientador Daniel Felipe de Oliveira Gentil. - Manaus : [s.l.], 2026.

11,6 MB

92 p. : il. color.

DOI: <https://doi.org/10.61818/ted26070>

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Agricultura em Trópico Úmido) - Coordenação do Programa de Pós-Graduação, INPA, 2026.

1. Planta alimentícia não convencional. 2. Germinação de sementes. 3. Estaquia caulinar. I. Gentil, Daniel Felipe de Oliveira. II. Título.

CDD 583.53

Catálogo na Publicação (CIP-Brasil)

DEDICATÓRIA

Às mulheres mais incríveis do universo, minha mãe e minha filha, que me inspiram a ser melhor todos os dias e a continuar sonhando e realizando.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Margarete Correa, pelo apoio incondicional aos meus estudos, por estar sempre ao meu lado e por me ensinar que a educação transforma.

Ao meu pai, Francisco das Chagas, pelos ensinamentos, pelo carinho e pelo apoio de sempre.

À minha filha, Inaê Luísa, amor da minha vida, por toda a luz, pelos abraços, pelo carinho e pela compreensão nos dias em que não pude estar presente.

Ao Marcelo Andrade, pelo cuidado e companheirismo durante esta jornada. Agradeço pela compreensão e dedicação à nossa filha nos momentos em que estive ausente e por tornar este caminho menos difícil.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Daniel Gentil, pela dedicação, compreensão e pelos valiosos ensinamentos ao longo desta jornada.

À minha irmã, Izabele Mariano, aos meus amigos Emerson Maciel e Marcos Felipe pelo apoio e aos colegas do INPA e da UFAM que de alguma forma, direta ou indiretamente contribuíram com o desenvolvimento dessa pesquisa.

Ao INPA e ao PPG-ATU, pela oportunidade concedida e pelo apoio ao desenvolvimento desta pesquisa.

À CAPES, pelo incentivo por meio da concessão de bolsa de pesquisa.

À Universidade Federal do Amazonas (UFAM), em especial ao Setor de Hortaliças e Plantas Ornamentais, pela infraestrutura e apoio durante a execução dos experimentos.

Ao Instituto Federal do Amazonas (IFAM), pela disponibilização do material vegetal utilizado neste estudo.

RESUMO

Talinum paniculatum é uma planta alimentícia não convencional com potencial nutricional e medicinal, mas ainda pouco explorada. A germinação da espécie pode ser limitada por fatores ambientais e pela ocorrência de dormência, exigindo técnicas que favoreçam o estabelecimento das plântulas. A propagação vegetativa surge como uma alternativa para sua multiplicação, podendo superar limitações da propagação seminífera. Contudo, a falta de informações sobre métodos eficientes de propagação constitui um entrave ao cultivo e à valorização da espécie. Por isso, o objetivo desta pesquisa foi avaliar métodos de propagação seminífera e vegetativa de *T. paniculatum* nas condições ambientais da Amazônia Central. A pesquisa foi conduzida no Setor de Hortaliças e Plantas Ornamentais da UFAM, em Manaus-AM, utilizando sementes e estacas de *T. paniculatum* provenientes de plantas cultivadas em matrizeiro. Foram realizados três experimentos: (1) avaliação de períodos de pré-embebição (0, 24 e 48 horas) e diferentes condições de germinação (areia a 25 °C, papel mata-borrão a 25 °C e substrato comercial em ambiente natural); (2) avaliação de tipos de estacas (apical, mediana e basal) provenientes de plantas-matrizes com 2, 4 e 6 meses de idade; e (3) avaliação de estacas apicais e basais com comprimentos de 5 e 10 cm. As condições de germinação influenciaram significativamente o desempenho das sementes de *T. paniculatum*, sendo observada germinação apenas em substrato comercial mantido em ambiente natural, enquanto os períodos de pré-embebição não apresentaram efeito significativo. No segundo experimento, estacas basais provenientes de plantas-matrizes com seis meses de idade apresentaram os maiores percentuais de sobrevivência, enraizamento e brotação, além de maior número de brotações e maior acúmulo de biomassa. No terceiro experimento, propágulos basais e com 10 cm de comprimento proporcionaram melhor estabelecimento e vigor das mudas, evidenciando superioridade para a propagação da espécie. A propagação de *T. paniculatum* mostrou-se viável nas condições ambientais da Amazônia Central, evidenciando o potencial da espécie para produção de mudas. Os resultados contribuem para o estabelecimento de estratégias de propagação mais eficientes e para a valorização dessa planta alimentícia não convencional como alternativa para diversificação dos sistemas produtivos e alimentares.

Palavras-chave: Planta alimentícia não convencional, germinação de sementes, estaquia caular.

ABSTRACT

Talinum paniculatum is an unconventional food plant with nutritional and medicinal potential, yet it remains underexplored. Seed germination in this species may be limited by environmental factors and the occurrence of dormancy, requiring techniques that promote seedling establishment. Vegetative propagation emerges as an alternative method for its multiplication, potentially overcoming the limitations associated with sexual propagation. However, the lack of information on efficient propagation methods represents a barrier to the cultivation and valorization of this species. Therefore, the objective of this study was to evaluate sexual and vegetative propagation methods of *T. paniculatum* under the environmental conditions of Central Amazonia. The research was conducted at the Vegetable and Ornamental Plant Sector of the Federal University of Amazonas (UFAM), in Manaus, Amazonas, Brazil, using seeds and cuttings obtained from stock plants cultivated in a nursery. Three experiments were carried out: (1) evaluation of pre-soaking periods (0, 24, and 48 hours) and different germination conditions (sand at 25 °C, blotting paper at 25 °C, and commercial substrate under natural environmental conditions); (2) evaluation of cutting types (apical, middle, and basal) collected from stock plants aged 2, 4, and 6 months; and (3) evaluation of apical and basal cuttings with lengths of 5 and 10 cm. Germination conditions significantly influenced the performance of *T. paniculatum* seeds, with germination occurring only in commercial substrate maintained under natural environmental conditions, whereas pre-soaking periods had no significant effect. In the second experiment, basal cuttings obtained from six-month-old stock plants exhibited the highest percentages of survival, rooting, and sprouting, as well as the greatest number of shoots and biomass accumulation. In the third experiment, basal propagules and cuttings measuring 10 cm in length provided superior seedling establishment and vigor, demonstrating their superiority for species propagation. The propagation of *T. paniculatum* proved feasible under the environmental conditions of Central Amazonia, highlighting the species' potential for seedling production. These results contribute to the development of more efficient propagation strategies and to the promotion of this unconventional vegetable as an alternative for diversifying productive and food systems.

Keywords: Unconventional food plant; seed propagation; vegetative propagation; stem cuttings.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1 PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS (PANC).....	17
2.2 <i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn. - Talinaceae.....	17
2.2.1 Origem e distribuição geográfica.....	18
2.2.2 Aspectos botânicos.....	18
2.2.3 Variedades.....	20
2.2.4 Exigências climáticas e edáficas.....	20
2.2.5 Propagação.....	20
2.2.6 Implantação e manejo de cultivo.....	21
2.2.7 Valor nutricional e usos.....	22
2.3 Propagação vegetal.....	23
2.3.1 Propagação sexuada.....	23
2.3.2 Propagação assexuada	26
3. OBJETIVOS.....	29
3.1 Objetivo geral.....	29
3.2 Objetivos específicos.....	29
4. MATERIAL E MÉTODOS	30
4.1 Área experimental.....	30
4.2 Procedência do material propagativo.....	30
4.3 Diferentes períodos de pré-embebição e condições de germinação de sementes.....	33
4.4 Tipos de estacas e idades das plantas-matrizes.....	35
4.5 Tipos e tamanhos de estacas.....	39
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
5.1 Diferentes períodos de pré-embebição e condições de germinação de sementes.....	43
5.2 Tipos de estacas e idades das plantas-matrizes.....	49
5.3 Tipos e tamanhos de estacas.....	63
6. CONCLUSÕES.....	79
7. REFERÊNCIAS.....	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores médios de diâmetro e número de gemas em diferentes tipos de estacas de <i>Talinum paniculatum</i> , provenientes de plantas de diferentes idades.....	37
Tabela 2. Valores médios de diâmetro e número de gemas de estacas basais e apicais de <i>Talinum paniculatum</i> , obtidas em comprimentos de 5 e 10 cm.....	40
Tabela 3. Análise de variância e coeficiente de variação da porcentagem de germinação de sementes de <i>Talinum paniculatum</i> , em função das condições de germinação e tempos de pré-embebição....	43
Tabela 4. Análise de variância e coeficiente de variação da porcentagem de sementes não germinadas de sementes de <i>Talinum paniculatum</i> , em função das condições de germinação e tempos de pré-embebição.....	43
Tabela 5. Análise de variância e coeficiente de variação do índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de <i>Talinum paniculatum</i> , em função das condições de germinação e tempos de pré-embebição.....	43
Tabela 6. Valores médios ¹ de porcentagem de germinação (G), porcentagem de sementes não germinadas (NG) e índice de velocidade de germinação de sementes de <i>Talinum paniculatum</i> , em função das condições de germinação e tempos de pré-embebição.....	44
Tabela 7. Análise de variância para porcentagem de sobrevivência das estacas de <i>Talinum paniculatum</i> em função do tipo de estaca e da idade das plantas-matrizes.....	49
Tabela 8. Análise de variância para porcentagem de enraizamento das estacas de <i>Talinum paniculatum</i> em função do tipo de estaca e da idade das plantas-matrizes.....	49
Tabela 9. Análise de variância para porcentagem de brotação das estacas de <i>Talinum paniculatum</i> em função do tipo de estaca e da idade das plantas-matrizes.....	49
Tabela 10. Análise de variância para número de brotações por estacas de <i>Talinum paniculatum</i> em função do tipo de estaca e da idade das plantas-matrizes.....	50
Tabela 11. Análise de variância para tempo médio de brotação de <i>Talinum paniculatum</i> em função do tipo de estaca e da idade das plantas-matrizes.....	50
Tabela 12. Valores médios ¹ de porcentagem de sobrevivência das estacas (SE), porcentagem de enraizamento das estacas (EE), porcentagem de brotação das estacas (EB), número de brotações por	

estaca (NBE) e tempo médio de brotação (TMB) de <i>Talinum paniculatum</i> em função do tipo de estacas e da idade das plantas-matrizes.....	51
Tabela 13. Análise de variância e coeficiente de variação para comprimento das brotações de <i>Talinum paniculatum</i> em função do tipo de estaca e da idade das plantas-matrizes.....	56
Tabela 14. Análise de variância para massa fresca das brotações de <i>Talinum paniculatum</i> em função do tipo de estaca e da idade das plantas-matrizes.	56
Tabela 15. Análise de variância para massa seca das brotações (g) de <i>Talinum paniculatum</i> em função do tipo de estaca e da idade das plantas-matrizes.	56
Tabela 16. Análise de variância para massa fresca das raízes (g) de <i>Talinum paniculatum</i> em função do tipo de estaca e da idade das plantas-matrizes.....	56
Tabela 17. Análise de variância para massa seca das raízes (g) de <i>Talinum paniculatum</i> em função do tipo de estaca e da idade das plantas-matrizes.....	57
Tabela 18. Valores médios ¹ de comprimento das brotações (CB), massa fresca das brotações (MFB), massa seca das brotações (MSB), massa fresca das raízes (MFR) e massa seca das raízes (MSR) de <i>Talinum paniculatum</i> em função do tipo de estaca e da idade das plantas-matrizes.....	57
Tabela 19. Análise de variância para porcentagem de sobrevivência <i>Talinum paniculatum</i> em função do tipo e do comprimento das estacas.....	64
Tabela 20. Análise de variância para porcentagem de enraizamento de <i>Talinum paniculatum</i> em função do tipo e do comprimento das estacas.	64
Tabela 21. Análise de variância para porcentagem de brotação de <i>Talinum paniculatum</i> em função do tipo e do comprimento das estacas.....	64
Tabela 22. Análise de variância para número de folhas por estaca de <i>Talinum paniculatum</i> em função do tipo e do comprimento das estacas.....	64
Tabela 23. Análise de variância para número de brotações por estaca de <i>Talinum paniculatum</i> em função do tipo e do comprimento das estacas.....	65
Tabela 24. Análise de variância para tempo médio de brotação de <i>Talinum paniculatum</i> em função do tipo e do comprimento das estacas.....	65
Tabela 25. Valores médios ¹ de porcentagem de sobrevivência das estacas (SE), porcentagem de enraizamento das estacas (EE), porcentagem de brotação das estacas (EB), número de folhas por	

estaca (NFE), número de brotações por estaca (NBE) e tempo médio de brotação (TMB) de <i>Talinum paniculatum</i> em função do tipo de estacas e da idade das plantas-matrizes.....	66
Tabela 26. Análise de variância para comprimento das brotações de <i>Talinum paniculatum</i> em função do tipo e do comprimento das estacas.....	70
Tabela 27. Análise de variância para massa fresca das brotações de <i>Talinum paniculatum</i> em função do tipo e do comprimento das estacas.....	71
Tabela 28. Análise de variância para massa seca das brotações de <i>Talinum paniculatum</i> em função do tipo e do comprimento das estacas.	71
Tabela 29. Análise de variância para massa fresca das raízes de <i>Talinum paniculatum</i> em função do tipo e do comprimento das estacas.	71
Tabela 30. Análise de variância para massa fresca das raízes de <i>Talinum paniculatum</i> em função do tipo e do comprimento das estacas.....	71
Tabela 31. Valores médios ¹ de comprimento das brotações (CB), massa fresca das brotações (MFB), massa seca das brotações (MSB), massa fresca das raízes (MFR) e massa seca das raízes (MSR) de <i>Talinum paniculatum</i> em função do tipo e do tamanho de estacas.....	72

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Dados meteorológicos de médias de temperatura mínima e máxima, umidade relativa do ar mínima e máxima e pluviosidade acumulada, no período de novembro de 2024 a novembro de 2025, em Manaus, AM.....	30
Figura 2. Frutos e sementes de <i>Talinum paniculatum</i> em estágio avançado de maturação, evidenciando cápsulas com coloração marrom e sementes de coloração, predominantemente, preta.	32
Figura 3. Semeadura em caixas do tipo gerbox de sementes de <i>Talinum paniculatum</i> em diferentes substratos.....	34
Figura 4. Estacas apicais, medianas e basais de <i>Talinum paniculatum</i> padronizadas em 5 cm de comprimento.....	36
Figura 5. Bandeja plástica contendo copos de 180 mL com estacas de <i>Talinum paniculatum</i> recém-plantadas.....	37
Figura 6. Estacas de <i>Talinum paniculatum</i> do tipo basal com 5 e 10 cm e apical, com 5 e 10 cm.....	39
Figura 7. Plântula normal de <i>Talinum paniculatum</i> obtida em teste de germinação de sementes, evidenciando as principais estruturas morfológicas.....	45
Figura 8. Sistema radicular de estacas de <i>Talinum paniculatum</i> provenientes de plantas-matrizes com seis meses de idade.....	53

1 INTRODUÇÃO

As plantas alimentícias desempenham papel fundamental na alimentação humana, constituindo importantes fontes de vitaminas, minerais, fibras e diversos compostos bioativos essenciais para a manutenção da saúde e da segurança alimentar. Apesar da ampla diversidade de espécies com potencial alimentício existente no Brasil, o sistema alimentar contemporâneo concentra a produção e o consumo em um número reduzido de culturas agrícolas, amplamente difundidas e consolidadas nas cadeias produtivas do agronegócio.

Nesse contexto, destacam-se as Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC), definidas como espécies vegetais, nativas ou exóticas, bem como partes comestíveis de plantas convencionais, que apresentam potencial para alimentação humana, mas permanecem pouco conhecidas, cultivadas ou consumidas pela maior parte da população (Kinupp e Lorenzi, 2014). Em razão de sua diversidade de espécies, elevado valor nutricional e potencial produtivo, as PANC assumem papel estratégico na promoção da segurança e da soberania alimentar, especialmente em países megadiversos como o Brasil. Além de ampliarem a diversidade alimentar, essas plantas contribuem para a conservação da agrobiodiversidade e para o fortalecimento de sistemas alimentares mais sustentáveis e resilientes, reduzindo a dependência de um número restrito de espécies cultivadas (Silva *et al.*, 2022).

Esse cenário específico reflete uma tendência mais ampla observada no país. Segundo Brasil (2015), as PANC têm sido cada vez menos cultivadas e consumidas em todo o território nacional, tanto em áreas urbanas quanto rurais, e entre diferentes classes sociais. Essa redução tem provocado mudanças expressivas no padrão alimentar da população, além de contribuir para a perda de identidade cultural associada a esses alimentos. Tal processo não ocorre de forma isolada, estando inserido em transformações mais amplas dos sistemas alimentares globais contemporâneos.

A crescente influência do sistema alimentar globalizado tem desempenhado papel central na redução do consumo das PANC. O aumento da ingestão de alimentos ultraprocessados, impulsionado por políticas e práticas de corporações transnacionais de alimentos e bebidas, tem contribuído para a substituição progressiva dos sistemas alimentares tradicionais (Steele *et al.*, 2020). Além disso, o mercado agrícola, fortemente influenciado pela globalização, prioriza uma alimentação cada vez mais homogênea e pouco diversificada, concentrando a maior parte dos recursos na produção de *commodities* e em um número limitado de espécies vegetais (FAO, 2019; Lira e Batista Filho, 2021; Souza *et al.*, 2025).

Outro elemento que também contribui para a redução do consumo das PANC é o declínio no seu cultivo, associado a limitações de ordem técnica. A falta de pesquisa e desenvolvimento voltados para práticas adequadas de cultivo, incluindo a propagação das espécies, desestimula os agricultores a cultivá-las. Essa situação limita a inserção dessas plantas nos sistemas produtivos e resulta em uma oferta reduzida no mercado, impactando diretamente o consumo pela população.

Muitas PANC, embora pouco conhecidas pela maior parte da população e comumente ausentes nas prateleiras dos mercados convencionais, representam um patrimônio alimentar e cultural importante em diversas regiões do país. Na região Norte, por exemplo, destacam-se espécies como o jambu [*Acmella oleracea* (L.) R.K. Jansen], o ariá [*Goeppertia allouia* (Aubl.) Borchs. & S. Suárez] e o cariru [*Talinum fruticosum* (L.) Juss.]. Cultivadas de forma mais artesanal e em menor escala, essas hortaliças são parte integrante da dieta de muitas comunidades e desempenham papel essencial na segurança alimentar e na valorização da agrobiodiversidade local (Madeira *et al.*, 2013). Nesse contexto, outras espécies do gênero *Talinum* também apresentam potencial de uso, embora ainda sejam pouco exploradas.

Entre essas espécies, destaca-se *Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn., amplamente distribuída em regiões tropicais e subtropicais. A planta é reconhecida por seu potencial alimentício e medicinal, sendo utilizada tradicionalmente na alimentação e na medicina popular (Kinupp; Lorenzi, 2014). Apesar dessas características, *T. paniculatum* ainda é pouco explorada em sistemas produtivos, apresentando inexpressiva inserção no mercado e escassez de informações técnicas relacionadas ao seu cultivo, especialmente no que se refere à propagação e ao estabelecimento inicial das plantas (Castro *et al.*, 2014).

A limitação na oferta dessas plantas está associada, em grande parte, à dificuldade de produção, especialmente nas etapas iniciais do cultivo. Entre os fatores que influenciam esse processo, a germinação das sementes destaca-se como uma fase crítica, uma vez que determina o estabelecimento inicial das plantas e, conseqüentemente, o sucesso do cultivo.

A germinação é o processo pelo qual o eixo embrionário retoma seu desenvolvimento para formação de uma plântula (Marcos Filho, 2015; Carrera-Castaño *et al.*, 2020; Ament *et al.*, 2025). Esse processo é influenciado por diversos fatores, incluindo o uso de substrato apropriado, a disponibilidade de água em níveis adequados ao tipo de semente, bem como a composição de gases e a temperatura. Além disso, a luz é um fator determinante para a germinação de algumas espécies, uma vez que sua intensidade, qualidade e duração influenciam diretamente esse processo, podendo estimulá-lo ou inibi-lo, dependendo da espécie (Wei *et al.*, 2023).

A dormência também é um fator relevante no processo germinativo das sementes. Determinadas espécies podem apresentar esse fenômeno e exigir um período prolongado para germinar, tornando necessária a aplicação de técnicas específicas para sua superação (Medeiros, 2001). A dormência é um mecanismo natural que impede a germinação imediata, mesmo sob condições ambientais favoráveis, como umidade, temperatura e luz (Finch-Savage e Footitt, 2017).

Castro *et al.* (2015) conduziram testes de germinação com *T. paniculatum* e observaram que as sementes levaram cerca de 14 dias para iniciar o processo germinativo, apresentando baixa porcentagem de germinação. Esses resultados sugerem a ocorrência de dormência, o que pode

comprometer a eficiência da propagação da espécie. Desse modo, técnicas que favoreçam a superação de limitações germinativas tornam-se fundamentais.

A pré-embebição é uma prática amplamente utilizada na propagação seminífera por favorecer a absorção inicial de água. Arantes *et al.* (2022) verificaram que a pré-embebição das sementes de *T. fruticosum* em água por 24 horas, sob temperatura alternada de 30/20 °C, aumentou significativamente a porcentagem e a velocidade de germinação, resultando em plântulas mais vigorosas. Resultados semelhantes foram relatados por Brasileiro *et al.* (2010), que observaram germinação mais rápida e uniforme nessa espécie.

No entanto, mesmo com a adoção de técnicas que favoreçam a germinação, limitações associadas à propagação sexuada podem persistir, tornando necessária a busca por métodos alternativos de multiplicação. Assim, a propagação vegetativa, como a estaquia, apresenta-se como uma estratégia promissora.

A estaquia é uma técnica de alta viabilidade econômica que promove o enraizamento de diferentes partes da planta. É influenciada por fatores como substrato, maturação dos propágulos, reguladores de crescimento, luminosidade, temperatura e umidade (Wendling, 2003; Barbosa *et al.*, 2020). Estudos com espécies do gênero *Talinum* indicam que a propagação por estaquia é influenciada por fatores, como o tipo de substrato e a origem das estacas, podendo afetar significativamente o enraizamento e o desenvolvimento inicial das plantas (Arantes *et al.*, 2021).

A escassez de estudos sobre a propagação de *T. paniculatum*, espécie com expressivo potencial alimentício e medicinal, configura-se como um dos principais entraves ao seu cultivo no Brasil. Embora o trabalho de Castro *et al.* (2015) forneça informações pontuais sobre a germinação, não há, até o momento, estudos sistemáticos que caracterizem as condições ideais para sua propagação seminífera. Essa lacuna é ainda mais evidente na propagação vegetativa por estaquia, para a qual as informações são praticamente inexistentes. A ausência de protocolos técnicos para ambos os métodos de propagação limita a produção em escala, desestimula a adoção por agricultores e perpetua a subutilização da espécie. Consequentemente, essa limitação restringe o desenvolvimento de sistemas produtivos mais sustentáveis e compromete o pleno aproveitamento do potencial nutricional e farmacológico da espécie.

Diante do exposto, torna-se fundamental intensificar pesquisas sobre espécies pouco exploradas, como *T. paniculatum*, visando ao aprimoramento das técnicas de cultivo e à promoção do uso dessas espécies, que desempenham papel relevante na diversificação alimentar e nutricional da população brasileira.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS (PANC)

As plantas alimentícias não convencionais, conhecidas pelo acrônimo PANC, referem-se a uma ampla variedade de espécies que apresentam uma ou mais categorias de uso alimentar (Durigon *et al.*, 2023). O termo é abrangente e inclui tanto espécies pouco conhecidas ou negligenciadas com potencial para a alimentação humana, quanto plantas amplamente cultivadas, mas que apresentam partes ou modos de uso considerados não convencionais (Silva *et al.*, 2022).

A incorporação das PANC na alimentação humana pode contribuir para a segurança alimentar e nutricional, ao ampliar a diversidade de alimentos disponíveis e reduzir a dependência de um número restrito de espécies vegetais (Corado *et al.*, 2022; Durigon *et al.*, 2023; Padilha *et al.*, 2023). Do ponto de vista ecológico, essas plantas também desempenham papel relevante na conservação da biodiversidade e no fortalecimento de sistemas produtivos mais resilientes, uma vez que muitas espécies são adaptadas às condições locais e apresentam menor exigência em insumos externos (FAO, 2019; Wezel *et al.*, 2020; Durigon *et al.*, 2023).

Ademais, a valorização das PANC está associada ao resgate de conhecimentos tradicionais e práticas etnobotânicas, contribuindo para a preservação cultural e para a construção de sistemas alimentares mais sustentáveis (Kinupp; Lorenzi, 2014). Apesar desse potencial, sua utilização ainda é limitada, principalmente em função do desconhecimento da população e da escassez de estudos voltados ao cultivo e produção dessas espécies.

2.2 *Talinum paniculatum* (JACQ.) GAERTN. - TALINACEAE

Talinaceae é uma família pequena, composta pelos gêneros *Amphipetalum* Bacig., *Talinella* Baill. e *Talinum* Adans., que compreende 28 espécies das quais a maioria são endêmicas da África (Nyfeller e Eggli, 2010). Os três gêneros estavam inseridos na família Portulacaceae; entretanto, estudos filogenéticos recentes apontaram diferenciações moleculares que os classificaram em uma nova família (Applequist *et al.*, 2006).

T. paniculatum é uma erva suculenta perene, encontrada crescendo livremente em beiras de estradas, terrenos baldios e entre plantas cultivadas, onde é considerada planta espontânea (Lorenzi, 2000). Popularmente, é conhecida por vários nomes, como língua-de-vaca, mata-compadre, beldroega-grande, folha-gorda e major-gomes (Madeira e Botrel, 2022). Em outros países, é chamada de “java ginseng” devido à similaridade de suas raízes com as de *Panax ginseng* C.A.Mey., planta utilizada na medicina tradicional chinesa para a cura de diversas doenças (Reis, 2014; Lakitan *et al.*, 2021).

A espécie é amplamente utilizada como fonte alimentar e medicinal em diversas regiões do mundo (Reis, 2014; Tolouei *et al.*, 2019). Também é cultivada como planta ornamental em diferentes

países, em razão de suas flores delicadas que são pequenas e dispostas em panículas vistosas, característica que, associada ao porte da planta, contribui para seu valor decorativo em jardins (Flora of North American, 2024).

2.2.1 Origem e distribuição geográfica

T. paniculatum é uma planta nativa da América tropical, sendo também encontrada na Europa, Ásia, África e em alguns países da Oceania (WFO, 2024). A planta é valorizada por suas propriedades nutricionais, medicinais e ornamentais, além de ser cultivada em diversas partes do mundo devido à sua fácil adaptabilidade (Embrapa, 2017).

No Brasil, a família Talinaceae é representada por duas espécies catalogadas, sendo uma delas *T. paniculatum*. Essa espécie tem ampla distribuição e pode ser encontrada em quase todos os estados brasileiros, no entanto, ainda não há registros de sua presença nos estados do Amapá, Roraima e Tocantins (Hassemer, 2020).

2.2.2 Aspectos botânicos

Talinum paniculatum (Jacq.) Gaertn. tem como sinonímias *Calandrinia andrewskii* H.Vilm.; *Claytonia patens* Kuntze; *Helianthemoides patens* (L.) Medik.; *Portulaca paniculata* Jacq.; *P. reflexa* Haw.; *P. patens* L.; *Ruelingia patens* (L.) Ehrh *T. chrysanthum* Rose & Standl.; *T. dichotomum* Ruiz & Pav.; *T. moritziana* Kl. ex Rohrb.in Mart.; *T. paniculatum* var. *sarmentosum* (Engelm.) Poelln.; *T. patens* (L.) Juss.; *T. patens* (L.) Willd.; *T. patens* var. *sarmentosum* (Engelm.) A.Gray; *T. purpureum* hort. ex A.Gray; *T. reflexum* Cav.; *T. reflexum* f. *sarmentosum* (Engelm.) Pequeno; *T. roseum* Dammann; *T. sarmentosum* Engelm.; e *T. spathulatum* A.Gray (WFO, 2024).

A planta é perene (Pio Corrêa, 1926; Flora de Nicarágua, 2020), herbácea, suculenta e ereta, podendo atingir 100 cm de altura (Kinupp e Lorenzi, 2014; Madeira e Botrel, 2022). Além disso, caracteriza-se como uma planta glabra, ou seja, desprovida de pelos na superfície, o que confere a ela uma textura lisa e brilhante (Kinupp e Lorenzi, 2014).

O sistema radicular é representado por uma raiz pivotante espessa, denominada xilopódio (Pio Corrêa, 1926; Kinupp e Lorenzi, 2014), pouco ramificada e de formato obcônico, ou seja, levemente afunilada; a epiderme possui coloração marrom-escura e a parte interna é branca e leitosa (Flora of China, 2024). Essa adaptação radicular permite à planta armazenar água e nutrientes, aumentando sua resistência e longevidade, além de favorecer sua sobrevivência em condições adversas (Klimešová *et al.*, 2018).

Os caules são carnudos, delgados, cilíndricos e eretos, características que conferem à planta uma postura firme e ereta (Madeira e Botrel, 2022; Flora of North American, 2024). A superfície é cerosa, o que auxilia na retenção interna de água e oferece proteção contra desidratação (Moreira e

Bragança, 2011). Em alguns casos, os caules apresentam ramificações a partir da base, formando uma estrutura que pode variar em densidade (Pio Corrêa, 1926; Flora of China, 2025).

As folhas possuem forma predominantemente obovada ou obovada-lanceolada, com dimensões variando entre 5 e 10 cm de comprimento e 2,8 e 5,4 cm de largura (Kinupp e Lorenzi, 2014; Flora de Nicarágua, 2024). A base é estreitamente cuneiforme, afilando-se em direção ao pecíolo, enquanto o ápice é agudo, embora possa apresentar-se retuso e mucronado (Pio Corrêa, 1926; Flora of China, 2024). Em algumas situações, principalmente nas proximidades das inflorescências, as folhas podem ficar abruptamente reduzidas, uma adaptação que permite à planta ajustar-se a diferentes condições ambientais, regulando o uso de seus recursos e otimizando a captação de luz (Flora of North American, 2020).

As inflorescências são paniculadas, podendo surgir tanto de forma terminal quanto axilar (Flora of North American, 2024; Flora of Thailand, 2024). Apresentam pedúnculos longos e brácteas lanceoladas, que se destacam por seus ápices agudos (Flora of Panama, 2024). As panículas apresentam frequentemente tamanho expressivo e, em muitos casos, apresentam uma estrutura dicotômica (Flora of Central Africa, 2024).

As flores possuem sépalas ovadas, medindo de 1 a 4 mm de comprimento, que caem logo após a abertura da flor (Flora of China, 2024). As pétalas podem apresentar coloração rosa, vermelha, alaranjada ou amarela, formato obovado ou elíptico, geralmente com o ápice arredondado e medindo entre 3 e 12 mm de comprimento (Flora of North American, 2024). O número de estames pode variar de 10 a 20, sendo normalmente mais curtos que as pétalas (Madeira e Botrel, 2022; Flora of North American, 2024). O ovário tem formato ovoide, medindo cerca de 2 mm, enquanto o estilo possui comprimento semelhante, terminando em um estigma 3-lobado (Flora of China, 2024, Flora of Panama, 2024).

Estudos realizados por Valério e Ramírez (2003) indicam que a espécie é autocompatível. Segundo os autores, embora ocorra polinização cruzada entre as plantas, a taxa de visitação de polinizadores é muito baixa, demonstrando que a reprodução ocorre predominantemente por autofecundação.

Os frutos são cápsulas globosas, com diâmetro variando de 3 a 5 mm (Kinupp e Lorenzi, 2014; Madeira e Botrel, 2022; Flora of North American, 2024). Na maturidade, o fruto se rompe em três valvas, deixando sobre a coluna seminal três valvas internas membranáceas e vascularizadas (endocarpo), que se desprendem das valvas externas (exocarpo) (Pio Corrêa, 1926; Wanderley *et al.*, 2002; Flora of North American, 2024). As valvas do endocarpo persistem unidas no ápice, permanecendo ligadas ao receptáculo por finos fios vasculares (Flora of North American, 2024). Quando o fruto se abre, as sementes são expostas, podendo cair no solo ou ser dispersas pelo vento ou por formigas (Valério e Ramirez, 2003; Brasileiro *et al.*, 2010).

As sementes contidas nas cápsulas possuem formato oblato e medem aproximadamente 1 mm de diâmetro, com coloração variando entre marrom e preto (Kinupp e Lorenzi, 2014; Flora de Nicarágua, 2025; Flora of África Central, 2025). A superfície pode ser moderadamente estriada ou apresentar uma textura tuberculada (com pequenas protuberâncias), sendo decorada com desenhos em relevo organizados em costas concêntricas (Flora of Panamá, 2024; Flora de Nicaragua, 2025).

2.2.3 Variedades

T. paniculatum é considerada uma planta espontânea, ou seja, cresce de forma natural sem necessidade de cultivo específico. Até o momento, não existem variedades sistematizadas da planta. No entanto, é possível observar variabilidade em suas características, especialmente no tamanho das folhas e na coloração das pétalas das flores (Madeira *et al.*, 2013).

2.2.4 Exigências climáticas e edáficas

Segundo Khatounian (1994), a espécie exige altas temperaturas para o seu cultivo. Seus relatos indicam que, em regiões frias, a parte aérea da planta pode ser totalmente destruída pelas geadas; entretanto, a planta sobrevive se as raízes, que contêm gemas, não forem afetadas. Assim, o seu cultivo é possível ao longo de todo o ano, desde que as temperaturas sejam superiores a 20°C e haja condições adequadas de umidade (Santos *et al.*, 2016).

A produção de folhas é maior durante os dias longos, mas com a aproximação do inverno, as plantas florescem mais precocemente, o que resulta em uma redução no número de folhas (Khatounian, 1994).

A espécie ocorre em solos bem drenados, sob diferentes texturas, em todos os biomas brasileiros (Cerrado, Pantanal, Amazônia, Caatinga, Mata Atlântica e Pampa) (Hassemer, 2025). É encontrada em áreas antrópicas e nos campos de várzea, floresta estacional decidual, restinga e vegetação sobre afloramentos rochosos (Coelho e Giulietti, 2006; Hassemer, 2024).

Embora *T. paniculatum* se desenvolva melhor em solos com alto teor de matéria orgânica, é possível produzir em solos com fertilidade mediana ou mesmo pobres, por sua rusticidade (Khatounian, 1994; Madeira *et al.*, 2013).

2.2.5 Propagação

A propagação por sementes é uma opção para renovar materiais vegetativos que têm sido usados por muitos ciclos, embora a deiscência dos frutos seja o maior empecilho para o uso de sementes (Khatounian, 1994). Para otimizar o aproveitamento das sementes de *T. paniculatum*, recomenda-se colher as inflorescências inteiras, quando as cápsulas mais maduras começarem a se abrir; em seguida, as sementes são separadas facilmente da palha, devido à sua densidade

(Khatounian, 1994). Preferivelmente, as sementes devem ser semeadas em sementeiras e depois transplantadas para o local definitivo.

A espécie também pode ser propagada de forma assexuada por dois métodos principais: a divisão do órgão subterrâneo de reserva e a estaquia de ramos (Kinupp e Lorenzi, 2014). Entre esses métodos, a estaquia de ramos é o mais prático, além de antecipar a colheita em um mês (Khatounian, 1994). As folhas da planta também possuem potencial propagativo, sendo capazes de enraizar e formar uma nova planta.

A cultura de tecidos é também um método viável de propagação, especialmente para acelerar o desenvolvimento da planta e aumentar a massa radicular. Este método é particularmente útil considerando que as raízes de *T. paniculatum* apresentam um crescimento lento, podendo levar de 2 a 3 anos para produzir 100 g de raízes por planta (Lestari *et al.*, 2023). Este estágio é crucial para atingir o ponto máximo de produção de saponinas, um componente altamente valorizado para uso medicinal (Manuhara *et al.*, 2015; Lestari *et al.*, 2023).

O uso de reguladores de crescimento vegetal também é uma alternativa viável para aumentar a produtividade da espécie. Os reguladores de crescimento, como as auxinas, podem estimular o enraizamento, o desenvolvimento da parte aérea e otimizar o aproveitamento de nutrientes, resultando em maior produção e melhor qualidade das plantas. Solim e Manuhara (2016) demonstraram sucesso na produção de biomassa tanto da raiz quanto da parte aérea em meios de cultivo sólido e líquido, aplicando 2 ppm de ácido indolbutírico (AIB).

2.2.6 Implantação e manejo de cultivo

As informações sobre o cultivo de *T. paniculatum* são escassas. Desse modo, quando inexistirem dados sobre a espécie, podem ser usadas as recomendações de preparo de área, calagem, adubação e tratos culturais para *T. fruticosum*, já que ambas as espécies apresentam características muito semelhantes.

O cultivo de *T. paniculatum* é geralmente feito em canteiros, adotando-se os espaçamentos de 20-30 cm x 20-30 cm no transplante de mudas ou no plantio de estacas (Khatounian, 1994; Madeira *et al.*, 2013). No entanto, Purbajanti *et al.* (2019), ao usarem o espaçamento de 50 x 25 cm, alcançaram produção de 23,62 toneladas de biomassa fresca em oito semanas, o que evidencia o elevado potencial produtivo da espécie. Neste caso, sugere-se o plantio em leiras ou sulcos. Essas variações nos métodos de cultivo e espaçamento indicam que a escolha da técnica deve ser ajustada de acordo com as condições ambientais e os objetivos de produção.

A adubação mineral pode ser realizada para aumentar a produtividade de *T. paniculatum*. Estudos realizados por Purbajanti *et al.* (2019) demonstraram que a aplicação de 150 kg N ha⁻¹ afetou

positivamente o desenvolvimento das plantas, aumentando a altura, o diâmetro do caule, o número de folhas e o rendimento de massa seca foliar por planta.

Outra forma de melhorar a produtividade e o desenvolvimento das plantas de *T. paniculatum* é a utilização de rizobactérias. Segundo Suriani *et al.* (2024), o uso de rizobactérias tem efeito significativo nos parâmetros de crescimento das plantas, como altura, área foliar, comprimento da raiz, massa fresca e seca da planta, e no conteúdo fitoquímico como flavonoides totais, fenóis totais e clorofila total.

O sistema de hidroponia flutuante apresenta-se como uma abordagem viável para o cultivo de *T. paniculatum* a partir de estacas, oferecendo a vantagem de fornecer nutrientes de forma uniforme às plantas, o que contribui para uma qualidade mais consistente (Widodo *et al.*, 2024).

A espécie é altamente resistente e adaptada a diversas condições edafoclimáticas. No entanto, pode ser suscetível ao ataque de algumas pragas e doenças. De acordo com Moreira e Bragança (2011), a planta pode ser hospedeira de fungos do gênero *Cercospora* e da lagarta-minadora-das-folhas-de-citros (*Phyllocnistis citrella* Stainton); além disso, as raízes são vulneráveis ao ataque de nematoides-das-galhas (*Meloidogyne incognita*) (Khatounian, 1994). Para mitigar este último problema, Sulistiono e Santoso (2017) sugerem o uso de micorrizas arbusculares nas raízes, uma prática que pode ajudar a prevenir o ataque desses vermes, promovendo a saúde e o desenvolvimento das plantas.

A colheita dos ramos com folhas de *T. paniculatum* inicia-se cerca de 60 dias após a brotação das estacas ou 90 dias após a semeadura, quando a gema terminal se diferencia em floral (Khatounian, 1994), efetuando-se colheitas sucessivas da parte aérea por meses (Verdin e Geraldine, 2022). As folhas jovens podem ser colhidas e embaladas em sacos plásticos e os ramos com cerca de 30 a 40 cm podem ser colhidos e amarrados em maços (Santos *et al.*, 2016).

2.2.7 Valor nutricional e usos

T. paniculatum possui um elevado valor nutricional. De acordo com análises de Menezes (2020), a planta apresenta altos teores de minerais, como magnésio (649,6 mg), potássio (411,5 mg) e cálcio (228,1 mg) por 100 g de massa seca. Além disso, é uma excelente fonte de proteínas, com aproximadamente 21,85% em base seca (Kinupp e Barros, 2008).

A rusticidade e a resistência de *T. paniculatum* a diferentes condições ambientais fizeram dela parte da história de Minas Gerais. Relatos de agricultores afetados pela grande seca de 1963, uma das mais severas registradas, indicam que essa planta era um dos poucos recursos alimentares disponíveis (Brasil, 2015).

Menezes (2020) identificou compostos antinutricionais na espécie, incluindo taninos condensados. Segundo a autora, esses compostos podem interferir na digestibilidade, absorção e

utilização de nutrientes, podendo causar efeitos prejudiciais à saúde quando consumidos em grandes quantidades. No entanto, Biondo *et al.* (2018) afirmam que esses efeitos podem ser atenuados pelo cozimento antes do consumo.

Todas as partes da planta são comestíveis, incluindo raízes, caules, folhas, flores e sementes, podendo ser incorporada em tortas, suflês, sopas e massas (Kinupp e Lorenzi, 2014). As folhas e brotações podem ser utilizadas em saladas e no preparo de refogados, devido à sua textura carnuda e succulenta (Corrêa, 2018).

Embora *T. paniculatum* seja consumida como hortaliça, seu uso principal está associado a fins medicinais. Na medicina popular, a planta é empregada como emoliente no tratamento de úlceras, problemas gastrointestinais e ampla variedade de feridas e infecções de pele (Reis *et al.*, 2015). Além disso, estudos realizados por Tolouei *et al.* (2019) indicam que o uso da espécie como diurético apresenta efeitos positivos quando administrado a longo prazo, sem interferir na pressão arterial ou na frequência cardíaca. Entre os povos tradicionais da comunidade Chayahuita de Soledad, no Peru, é utilizada no tratamento da leishmaniose, sendo relatado um alto poder de cura (Odonne *et al.*, 2009).

Extratos de raízes e folhas da planta apresentam atividades estrogênicas, o que pode ser útil no manejo da regressão dos tecidos reprodutivos durante a menopausa (Thanamool *et al.*, 2013). Além disso, a planta é uma rica fonte de compostos bioativos, incluindo saponinas, flavonoides, taninos, triterpenos e polifenóis (Sulistiono e Santoso, 2017).

Além dos benefícios nutricionais e medicinais, *T. paniculatum* também se destaca por sua alta viabilidade na biofixação de resíduos industriais. A espécie pode ser utilizada na recuperação de áreas degradadas, especialmente em solos contaminados por metais pesados, sendo eficaz na biofixação de chumbo (Babalola *et al.*, 2009).

2.3 PROPAGAÇÃO VEGETAL

A propagação é um processo fundamental para a multiplicação de espécies vegetais, podendo ser realizada de duas maneiras principais: sexuada (por sementes) e assexuada (por meio de partes vegetativas) (Hartmann *et al.*, 2018). O sucesso dessa prática depende de diversos fatores, incluindo o conhecimento da espécie, as condições ambientais e o uso adequado de reguladores de crescimento vegetal, que influenciam o desenvolvimento das plantas (Taiz *et al.*, 2017; Davies Júnior., 2018). A escolha do método de propagação é essencial para garantir plantas de alta qualidade, com bom vigor e potencial produtivo.

2.3.1 Propagação sexuada

A propagação sexuada é caracterizada pela formação e fusão dos gametas masculino e feminino, etapa conhecida como fertilização, que resulta na formação de um zigoto que se desenvolve

em um embrião, o qual, juntamente com os tecidos de reserva e o tegumento, constituem a semente (Bespalhok *et al.*, 2014; Taiz *et al.*, 2017).

A propagação sexuada é o método mais comum no cultivo de espécies herbáceas e desempenha papel fundamental na geração de variabilidade genética (Filgueira, 2013; Taiz *et al.*, 2017). Esse processo, por meio da recombinação genética decorrente da reprodução sexual, contribui para a formação de populações geneticamente diversas e para o surgimento de novas variedades (Gepts, 2018).

As principais vantagens desse método incluem a simplicidade no processo de produção de mudas, a menor demanda por mão de obra e infraestrutura, além da facilidade na logística de comercialização e transporte das sementes (Grolli, 2008). Outro aspecto relevante é a produção de mudas livres de doenças não transmitidas por sementes, tornando a propagação sexuada uma opção eficiente e segura para a produção agrícola (Faleiro *et al.*, 2019). Entretanto, o sucesso da propagação por sementes está diretamente relacionado à capacidade germinativa, a qual pode ser limitada pela presença de dormência.

A dormência de sementes pode ser definida como um estado fisiológico no qual sementes viáveis são incapazes de germinar mesmo quando submetidas a condições ambientais aparentemente favoráveis, como disponibilidade adequada de água, oxigênio e temperatura, configurando um mecanismo regulador do tempo e da sincronização da germinação (Baskin e Baskin, 2014). Trata-se de uma estratégia adaptativa complexa, resultante de interações entre fatores genéticos, fisiológicos e ambientais, que permite às sementes evitar a germinação em períodos desfavoráveis e, consequentemente, aumentar as chances de sobrevivência das plântulas (Hilhorst, 2007; Baskin e Baskin, 2014; Marcos Filho, 2015). Ao retardar ou escalonar a germinação no tempo, esse mecanismo contribui para a formação de bancos de sementes no solo e para a manutenção das populações vegetais, possibilitando maiores chances de sobrevivência frente às incertezas ambientais (Marcos Filho, 2015). Além disso, a dormência favorece a heterogeneidade temporal na emergência de plântulas, reduzindo a competição intraespecífica e aumentando a probabilidade de que parte da população encontre condições ideais para se desenvolver, o que reforça seu papel central na dinâmica e resiliência dos ecossistemas (Hilhorst, 2007; Wang *et al.*, 2024; Frazzetto *et al.*, 2025).

A dormência de sementes pode ser classificada, de forma geral, em dormência física, fisiológica e morfológica: a dormência física está associada à impermeabilidade do tegumento à água; a fisiológica está relacionada a mecanismos metabólicos internos que impedem a germinação mesmo em condições favoráveis; enquanto a dormência morfológica ocorre quando o embrião se encontra imaturo no momento da dispersão (Marcos Filho, 2015; Baskin e Baskin, 2014). Sementes de *T. paniculatum* podem apresentar germinação lenta e irregular, dependendo das condições ambientais e do estado fisiológico das sementes. Estudos com a espécie indicam que o processo germinativo pode

se estender por várias semanas, evidenciando baixa uniformidade na emergência das plântulas (Castro *et al.*, 2015). Esse padrão está associado, em grande parte, à presença de mecanismos de dormência.

A presença de dormência em sementes de *T. paniculatum* foi confirmada por Souza *et al.* (2020), ao avaliarem a resposta germinativa de espécies herbáceas da Caatinga submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos. Os autores conduziram experimentos em condições controladas, utilizando sementes submetidas à escarificação química com ácido sulfúrico concentrado por diferentes períodos, isoladamente ou associada à embebição em água por 24 horas, além de tratamentos controle e apenas embebição. Os resultados demonstraram que *T. paniculatum* apresentou germinação significativamente superior quando submetida à escarificação química por 10 minutos seguida de embebição, atingindo 98,3% de germinação, enquanto tratamentos sem ruptura do tegumento foram menos eficientes. Esses achados evidenciam a ocorrência de dormência física na espécie, associada à impermeabilidade do tegumento.

A pré-embebição das sementes destaca-se como uma técnica relevante para a superação da dormência e promoção da germinação. A pré-embebição controlada consiste na absorção inicial de água pelas sementes, promovendo a reidratação dos tecidos, a ativação de enzimas e o reinício do metabolismo celular (Bewley *et al.*, 2013). Esse processo favorece a superação da dormência física ao promover a hidratação do tegumento e a subsequente entrada de água (Wen *et al.*, 2024), podendo ainda contribuir para a lixiviação de compostos inibidores e para a uniformização do teor hídrico entre as sementes, o que resulta em maior velocidade e uniformidade de germinação (Matilla, 2024). Dessa forma, a pré-embebição atua como um importante estímulo para a retomada do crescimento do eixo embrionário.

Arantes *et al.* (2021) investigaram o efeito de períodos de pré-embebição (12, 24, 36 e 48 horas), diferentes temperaturas (15, 20, 25, 30 e 30/20 °C) e condições de luminosidade (luz constante, escuro constante e fotoperíodos de 8/16 e 12/12 horas) na germinação das sementes de *T. fruticosum*. A embebição das sementes, especialmente em períodos de 12 a 36 horas, mostrou-se fundamental para a ativação de processos fisiológicos essenciais. As temperaturas de 15 e 20 °C promoveram as maiores porcentagens de germinação (97 e 91%); entretanto, apesar da menor porcentagem de germinação (85%), a temperatura alternada de 30/20 °C proporcionou menor tempo médio de germinação e maior rapidez na formação de plântulas normais. Além disso, a resposta positiva das sementes aos fotoperíodos de 8/16 e 12/12 horas (80 e 77%) indicaram comportamento fotoblástico positivo, ou seja, a luz atua como um sinal ambiental favorável à germinação das sementes da espécie (Arantes *et al.*, 2021). O fotoblastismo refere-se à resposta das sementes à luz durante o processo germinativo, podendo ser classificado como positivo, quando a luz favorece a germinação; negativo, quando a luz a inibe; ou neutro, quando não há influência significativa (Marcos

Filho, 2015). Esse fator é determinante para a germinação de diversas espécies, especialmente aquelas com sementes pequenas, como é o caso de *T. paniculatum*.

Embora estudos com espécies congêneres, como *T. fruticosum*, indiquem a importância da temperatura, da luz e da pré-embebição para a germinação, ainda não há informações sistematizadas sobre o comportamento germinativo de *T. paniculatum*, especialmente sob as condições edafoclimáticas da Amazônia Central. Essa lacuna de conhecimento justifica a realização da presente investigação, que busca compreender os fatores que influenciam a germinação e o estabelecimento inicial da espécie, contribuindo para o seu manejo agrônomo.

2.3.2 Propagação assexuada ou vegetativa

A propagação assexuada, também chamada de vegetativa ou clonal, consiste na multiplicação de plantas a partir de porções vegetativas, explorando a capacidade de regeneração dos tecidos e a totipotência celular, que permite, sob condições adequadas, o desenvolvimento de um novo indivíduo completo a partir de células ou tecidos vegetais por meio da divisão mitótica (Taiz *et al.*, 2017; Hartmann *et al.*, 2018).

Esse processo é amplamente utilizado por sua eficácia em manter as características genéticas da planta-mãe, resultando em indivíduos idênticos, mais produtivos e resistentes a pragas, doenças e condições ambientais adversas, como secas e geadas (Ferrari *et al.*, 2004; Grolli, 2008). A técnica tem sido amplamente adotada, especialmente por sua eficiência em capturar e manter os ganhos genéticos obtidos em programas de melhoramento, permitindo a produção de plantas com maior uniformidade, qualidade e desempenho produtivo (Xavier *et al.*, 2021). Entre os principais métodos de propagação estão a estaquia, alporquia, mergulhia, enxertia e micropropagação.

A estaquia é uma técnica de propagação vegetativa que promove o enraizamento de diferentes partes da planta, como raízes, caules e folhas, sendo amplamente utilizada na produção de mudas homogêneas e na multiplicação de espécies com limitações na propagação por sementes (Foladori-Invernizzi *et al.*, 2021; Fonseca *et al.*, 2024). Esse processo utiliza segmentos da planta, conhecidos como estacas, que, ao serem colocados em um meio adequado, são capazes de formar raízes adventícias e desenvolver uma nova planta (Peixoto, 2017). Considerada uma das principais formas de propagação vegetativa, a estaquia permite a multiplicação de plantas a partir de matrizes já existentes, originando indivíduos geneticamente idênticos à planta original (Stuepp *et al.*, 2018; Foladori-Invernizzi *et al.*, 2021).

Do ponto de vista fisiológico, o sucesso do enraizamento de estacas está diretamente relacionado à capacidade de formação de raízes adventícias, processo denominado rizogênese (Druege *et al.*, 2019; Lakehal e Bellini, 2019). Esse processo envolve a desdiferenciação celular, seguida pela formação de primórdios radiculares a partir de tecidos como o câmbio vascular e o

parênquima adjacente (Hartmann *et al.*, 2018). A eficiência desse processo varia conforme o tipo de estaca utilizado. Estacas basais e de raiz, de modo geral, apresentam maior capacidade de enraizamento, o que pode ser atribuído ao maior acúmulo de reservas de carboidratos e, frequentemente, a maiores teores endógenos de reguladores de crescimento, especialmente auxinas (Hartmann *et al.*, 2018; Druege *et al.*, 2019). Por outro lado, estacas apicais, embora apresentem maior atividade metabólica e concentração de auxinas produzidas no meristema, podem ter menor quantidade de reservas, o que pode limitar o desenvolvimento inicial das raízes (Taiz *et al.*, 2017; Hartmann *et al.*, 2018).

Além disso, há diferenças importantes entre estacas caulinares e radiculares quanto ao potencial de regeneração. Estacas caulinares dependem da formação de raízes adventícias a partir de tecidos diferenciados, processo que exige reprogramação celular; já estacas radiculares podem apresentar gemas adventícias pré-formadas ou maior competência para sua formação, o que favorece a emissão de brotações e contribui para maiores taxas de estabelecimento (Hartmann *et al.*, 2018).

Outro fator determinante para o sucesso da estaquia é a idade ontogenética da planta matriz. A capacidade de enraizamento está fortemente associada ao estado juvenil ou maduro dos tecidos, sendo geralmente maior em materiais juvenis (Druege *et al.*, 2019; Xu, 2024;). Em geral, tecidos juvenis apresentam maior potencial de regeneração, maior atividade meristemática, menor grau de lignificação e maior sensibilidade aos reguladores de crescimento, o que favorece a formação de raízes adventícias (Leakey, 2024; Araújo *et al.*, 2025). Em contraste, tecidos provenientes de plantas mais maduras tendem a apresentar menor capacidade de enraizamento, devido à maior lignificação, alterações no balanço hormonal e redução da competência celular para a rizogênese (Hartmann *et al.*, 2018).

A posição da estaca na planta também influencia diretamente o enraizamento, estando relacionada a gradientes fisiológicos de hormônios e reservas (Hartmann *et al.*, 2018; Druege *et al.*, 2019). Estacas apicais, localizadas na porção superior da planta, tendem a apresentar maior concentração de auxinas, devido à sua síntese nos meristemas apicais; no entanto, podem possuir menor quantidade de reservas de carboidratos (Taiz *et al.*, 2017). Por outro lado, estacas basais, oriundas de regiões mais próximas à base da planta, geralmente acumulam maiores reservas, o que pode favorecer o enraizamento e o desenvolvimento inicial das mudas, embora apresentem, em alguns casos, menor atividade hormonal (Hartmann *et al.*, 2018).

Outro aspecto relevante é o comprimento das estacas, que influencia diretamente a disponibilidade de reservas e o balanço hídrico. Estacas mais longas tendem a apresentar maior acúmulo de carboidratos e compostos nitrogenados, favorecendo o enraizamento e o desenvolvimento inicial, enquanto estacas muito curtas podem não possuir reservas suficientes para sustentar esses processos (Fachinello *et al.*, 2005). Por outro lado, estacas mais longas, embora possuam maior

reserva, podem apresentar maior área foliar e, conseqüentemente, maior perda de água por transpiração, o que pode comprometer sua sobrevivência em condições não controladas (Hartmann *et al.*, 2018). Estudos indicam que o comprimento da estaca é um fator determinante para o sucesso da estaquia, influenciando tanto o enraizamento quanto o desenvolvimento das mudas, sendo seu efeito dependente da espécie e das condições de cultivo (Mayer *et al.*, 2002; Lima *et al.*, 2006; Carvalho Júnior *et al.*, 2009).

O método de estaquia pode ser uma alternativa viável para a propagação de *T. paniculatum*, uma vez que esta espécie apresenta similaridades com *T. fruticosum*, cuja eficácia no enraizamento por esse método já foi comprovada. Estudos realizados por Kumar e Prasad (2010) indicaram que a propagação de *T. fruticosum* por estacas caulinares gera numerosos propágulos vegetativos. Complementando esses achados, Arantes *et al.* (2021) conduziram experimentos com diferentes tipos de estacas dessa mesma espécie, verificando que estacas de raiz apresentaram as maiores taxas de enraizamento, seguidas pelas estacas basais, medianas e apicais.

A estaquia oferece a vantagem de garantir a multiplicação de genótipos superiores, além de possibilitar a produção de mudas em um período mais curto (Hartmann *et al.*, 2018). Em plantas de *T. fruticosum*, resulta em maior produção de massa fresca em menos tempo, antecipando a colheita, conforme relatado por Pimentel (1985). Essa técnica é considerada uma das mais viáveis economicamente para o estabelecimento de plantios clonais, pois permite a multiplicação rápida de genótipos selecionados a um custo reduzido (Neves *et al.*, 2006; Moura *et al.*, 2009).

Apesar dos avanços observados em espécies congêneres, ainda são escassas as informações sobre os fatores que influenciam a propagação vegetativa de *T. paniculatum*, especialmente no que se refere ao tipo de estaca, à idade da planta matriz, à posição e ao comprimento das estacas. Nesse contexto, a investigação desses fatores torna-se essencial para o desenvolvimento de protocolos eficientes de propagação, contribuindo para o aproveitamento agrônomo da espécie.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Estudar métodos de propagação seminífera e vegetativa de *T. paniculatum* nas condições ambientais da Amazônia Central.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o efeito de diferentes períodos de pré-embebição e condições de germinação no desempenho germinativo de sementes de *T. paniculatum*.
- Examinar a influência do tipo de estaca e da idade das plantas-matrizes na qualidade de mudas de *T. paniculatum* obtidas por estaquia.
- Comparar os efeitos do tipo e do tamanho de estaca na qualidade de mudas de *T. paniculatum* obtidas por estaquia.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA EXPERIMENTAL

A pesquisa foi desenvolvida no Setor de Hortaliças e Plantas Ornamentais (SHPO) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), situado no município de Manaus, sob as coordenadas geográficas 03° 06' 4,54" S e 59° 58' 38,55" W. Os dados meteorológicos mensais, referentes às médias de temperatura mínima e máxima, umidade relativa do ar mínima e máxima, e precipitação acumulada, no período de condução dos experimentos de novembro de 2024 a novembro de 2025, encontram-se disponíveis na Figura 1.

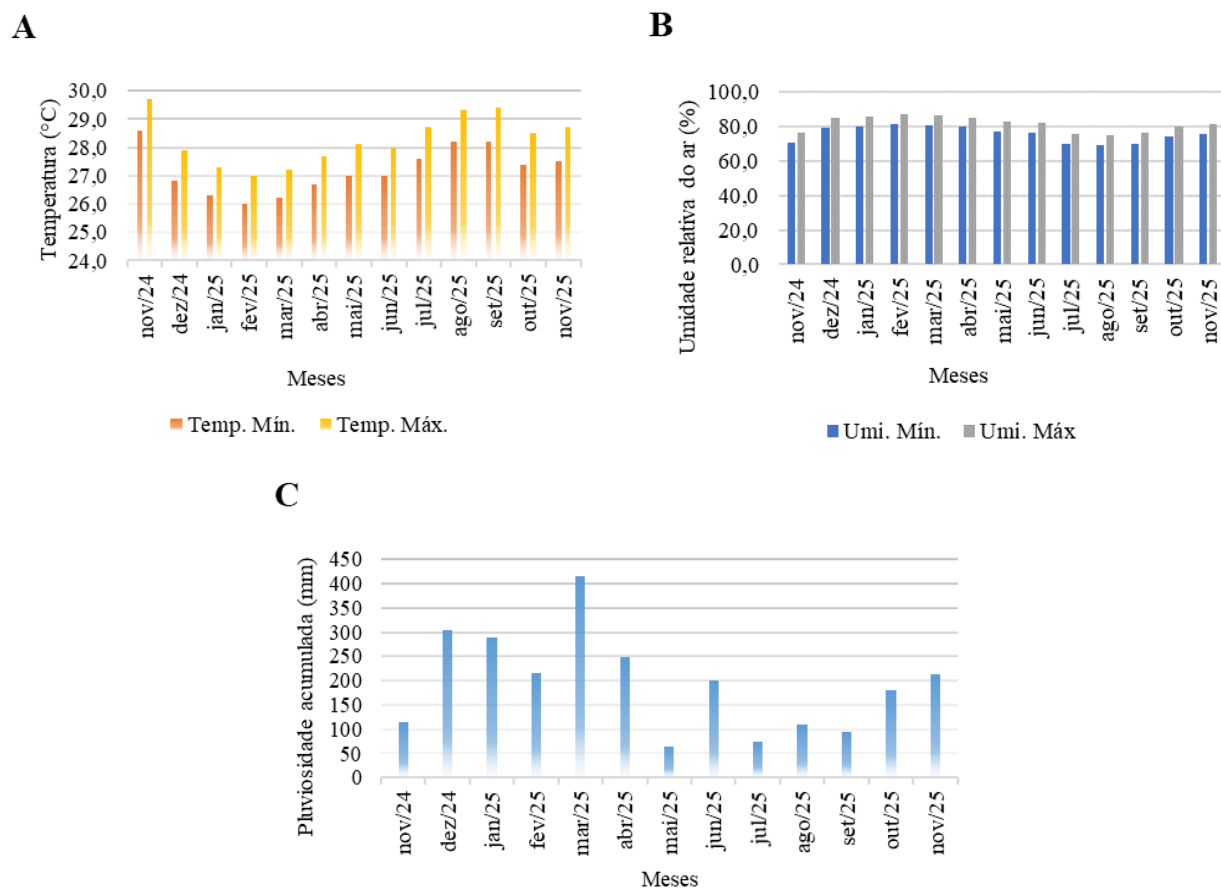


Figura 1. Dados meteorológicos de médias de temperatura mínima e máxima (A), umidade relativa do ar mínima e máxima (B), e pluviosidade acumulada (C), no período de novembro de 2024 a novembro de 2025, em Manaus, AM. Fonte: elaborados por Mariano, J.S. (2026), a partir de dados do INMET (2026).

4.2 PROCEDÊNCIA DO MATERIAL PROPAGATIVO

O matrizeiro de *T. paniculatum* foi implantado com o objetivo de fornecer material propagativo de qualidade para a condução dos experimentos. No período entre setembro e outubro de 2024, foram realizadas coletas de sementes no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), Campus Manaus Zona Leste (CMZL), a partir de indivíduos de ocorrência

espontânea situados em uma área específica do Campus, localizada em frente a um edifício desativado, nas proximidades do refeitório da Instituição. Não há dados referentes à idade dos indivíduos; contudo, foi possível observar que as raízes pivotantes (xilopódios) apresentavam dimensões expressivas, indicando se tratar de plantas com pelo menos seis meses de idade.

As plantas encontravam-se expostas diretamente às condições edafoclimáticas, sem qualquer tipo de cobertura artificial que as protegesse da radiação solar ou da precipitação pluviométrica. O solo da área é da classe Latossolo Amarelo, apresentando cobertura morta e ocorrência de diversas espécies herbáceas de crescimento espontâneo. A área era regularmente manejada por meio de roçagem mecânica; entretanto, em função da presença dos xilopódios, estruturas subterrâneas especializadas no armazenamento de água e nutrientes (Klimešová *et al.*, 2018), os indivíduos apresentavam alta capacidade de regeneração, rebrotando sucessivamente após os cortes.

Os frutos foram coletados no período da tarde, quando se encontravam em estágio avançado de maturação. Nessa fase, os frutos, do tipo cápsula, apresentam formato globoso, coloração marrom a castanho-escura e superfície externa lisa com leve brilho (Madeira e Botrel, 2022; Flora of North American, 2024) (Figura 2A). No ponto de maturidade adotado, os frutos mostravam-se parcialmente abertos ou com deiscência iminente, permitindo o fácil desprendimento das sementes mediante leve contato ou agitação (Khatounian, 1994). Cada fruto apresentou, em média, de 12 a 25 sementes, as quais se encontravam soltas no interior da cápsula no momento da colheita. As sementes pequenas, apresentavam coloração predominantemente preta e superfície lisa e brilhante (Figura 2B).

Além das sementes, foram coletadas amostras botânicas das plantas para a devida identificação taxonômica, que foram registradas no acervo do Herbário da UFAM, sob número de registro 12773.

As sementes coletadas, após serem separadas dos restos de frutos, foram armazenadas em geladeira (temperatura em torno de 5-8°C) até o momento da semeadura, garantindo a conservação de sua viabilidade. A semeadura foi realizada em bandejas de poliestireno expandido, com 5 sementes por célula, utilizando substrato comercial Vivatto Plus®. Ao alcançarem aproximadamente 10 cm de altura, período em que já estavam com 30 dias, as mudas foram transplantadas para canteiros previamente preparados com dimensão de 7 m x 1 m, em casa de vegetação com 30% de sombreamento. O espaçamento das mudas no canteiro foi de 30 cm x 30 cm.

A**B**

Figura 2. Frutos (A) e sementes (B) de *Talinum paniculatum* em estágio avançado de maturação, evidenciando cápsulas com coloração marrom e sementes de coloração, predominantemente, preta. Barras = 1mm. Fonte: Mariano, J.S. (2025).

O solo da área pertence à classe Latossolo Amarelo. Antes da implantação do matrizeiro, foram coletadas amostras de solo nos canteiros para caracterização química e física no Laboratório de Solo da UFAM, que revelaram os seguintes resultados: parâmetros químicos – pH = 6,80; H+Al = 1,06 cmol_c dm⁻³; Al = 0,01 cmol_c dm⁻³; Ca = 6,58 cmol_c dm⁻³; Mg = 0,93 cmol_c dm⁻³; K = 278,00 mg dm⁻³; P = 1.571,00 mg dm⁻³; MO = 35,30 g dm⁻³; SB = 8,39 cmol_c dm⁻³; T = 9,45 cmol_c dm⁻³; V = 88,78%; e parâmetros físicos – areia = 22,10%; silte = 15,90%; argila = 62,00%.

Nos canteiros, devido à falta de recomendações específicas de adubação orgânica para *T. paniculatum*, a adubação orgânica foi adaptada das recomendações de Pimentel (1985) para a produção de *T. fruticosum* com 2,5 kg de composto por m² de canteiro. A adubação de cobertura foi substituída por adubação foliar semanal com biofertilizante, adaptada das recomendações de Souza e Resende (2014) para hortaliças folhosas, na proporção de 20 ml de biofertilizante por litro de água.

Os demais tratos culturais consistiram em irrigação, monda e inspeções fitossanitárias. As irrigações foram feitas por aspersão, exceto nos dias chuvosos, usando mangueiras microperfuradas Santeno®, com tempo de acionamento de 2 horas, turno de rega de 2 dias e vazão 13 L h⁻¹ m⁻¹.

As mondas foram periódicas para controle de plantas espontâneas. Nas inspeções fitossanitárias regulares, foram observadas a ocorrência de infestação por pulgões (*Aphididae*), sendo adotado o controle alternativo por meio da aplicação de óleo de neem (*Azadirachta indica*), diluído na concentração de 0,5 mL L⁻¹, conforme recomendações do fabricante.

Durante o período de formação das plantas-matrizes destinadas ao experimento de propagação vegetativa, realizou-se monitoramento contínuo para identificação da emissão de panículas, que eram removidas logo no início do seu desenvolvimento. Esse procedimento

(despendoamento) foi realizado para evitar o investimento de recursos no crescimento das estruturas reprodutivas, favorecendo sua manutenção nos tecidos vegetativos utilizados como propágulos.

4.3 DIFERENTES PERÍODOS DE PRÉ-EMBEBIÇÃO E CONDIÇÕES DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES

O experimento foi conduzido entre setembro e novembro de 2025, no SHPO/UFAM. As sementes utilizadas foram obtidas de plantas-matrizes com aproximadamente três meses de idade do transplante.

O ponto de colheita foi determinado com base na coloração dos frutos, quando a maioria dos frutos, especialmente aqueles localizados na porção basal da panícula, apresentava coloração marrom. Esse critério foi adotado em função da maturação escalonada ao longo da inflorescência, caracterizada pela coexistência de frutos em diferentes estádios de desenvolvimento (Khatounian, 1994). As sementes inicialmente apresentam coloração branca, passando a avermelhada e, finalmente, preta, sendo a coloração predominante nas sementes em frutos de coloração marrom.

A colheita foi realizada por meio da retirada das panículas inteiras, que foram acondicionadas em bandejas plásticas e posteriormente levadas para o laboratório. Devido à facilidade de separação das sementes das partes de frutos secos, em função de sua densidade, as panículas foram agitadas individualmente sobre bandejas, permitindo que as sementes coloração preta, consideradas maduras, se desprendessem naturalmente dos frutos em deiscência (Khatounian, 1994). Após a separação manual de restos de frutos e de panículas (impurezas), as sementes foram acondicionadas em recipientes plásticos previamente higienizados.

No mesmo dia da colheita, iniciou-se a aplicação dos tratamentos de pré-embebição em três períodos (0, 24 e 48 horas), em 150 mL de água destilada, em ambiente de laboratório (temperatura mínima de 24 °C e máxima de 27 °C). Após cada período de pré-embebição, as sementes foram semeadas em caixas do tipo gerbox contendo diferentes substratos (papel mata-borrão, areia e substrato comercial para mudas de hortaliças).

O papel mata-borrão foi previamente esterilizado em estufa a 105 °C por 2 horas (Brasil, 2009). Para a montagem do experimento, utilizou-se uma folha em cada gerbox, previamente umedecida com volume de água correspondente a uma vez o seu peso seco. A areia foi peneirada em malha de 0,56 mm e esterilizada em estufa a 200 °C por 2 horas (Brasil, 2009); em seguida, adicionou-se em cada gerbox uma camada de aproximadamente 1 cm, previamente umedecida com água destilada equivalente a 100% de sua capacidade de retenção. O substrato comercial (Vivatto Slim Plus®) não passou por peneiramento ou esterilização, sendo adicionada em cada gerbox uma camada de aproximadamente 1 cm, previamente umedecida com água destilada equivalente a 100% de sua

capacidade de retenção. Considerando o tamanho diminuto das sementes, a semeadura foi realizada sobre os substratos (Figura 3).

O papel mata-borrão e a areia, recomendados pelas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009), foram utilizados como substratos para os testes de germinação em laboratório, conduzidos em câmara de germinação a 25 °C, sob fotoperíodo de 12/12 horas (Arantes *et al.*, 2021) O substrato comercial, por sua vez, foi empregado exclusivamente em viveiro. Neste ambiente, após a semeadura e instalação do experimento, os gerboxes (sem tampa) foram acondicionados em bandejas plásticas, sobre bancadas cobertas com agrofílm de 150 µm, em viveiro telado com 30% de sombreamento, sob condições naturais.

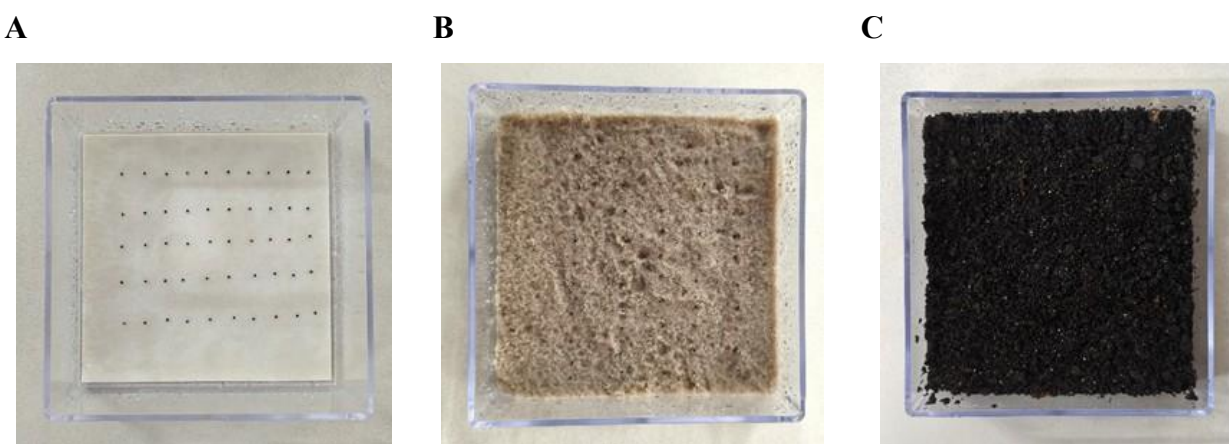


Figura 3. Semeadura em caixas do tipo gerbox de sementes de *Talinum paniculatum* em diferentes substratos. A – papel mata-borrão; B - areia; C - substrato comercial. Fonte: Mariano, J.S. (2025)

O delineamento adotado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 3, constituído por três períodos de pré-embrição (0, 24 e 48 horas) e três condições de germinação (areia a 25 °C, papel mata-borrão a 25 °C e substrato comercial em ambiente natural). Cada tratamento foi composto por quatro repetições de 50 sementes cada.

As avaliações ocorreram em intervalos de cinco dias, em função da germinação lenta e irregular verificada em testes preliminares, ao longo de um período de 30 dias, perfazendo seis avaliações. Em cada avaliação, foi realizada a contagem do número de sementes germinadas, considerando-se como germinadas aquelas que originaram plântulas normais, conforme os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes – RAS (Brasil, 2009), caracterizadas pela emissão da raiz primária, presença de hipocótilo desenvolvido e folhas cotiledonares expandidas. As plântulas germinadas foram contabilizadas e removidas após cada avaliação, a fim de evitar duplicidade de registros.

As variáveis avaliadas foram: porcentagem de germinação, porcentagem de sementes não germinadas, índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG). As

porcentagens foram obtidas por meio dos dados de contagem direta, considerando-se o número total de sementes semeadas por unidade experimental. Com base nas contagens realizadas, foi determinado o IVG, conforme a metodologia proposta por Maguire (1962), expressa pela equação:

$$IVG = \sum_{i=1}^n \frac{Gi}{Ni}, \text{ onde:}$$

Gi = número de sementes germinadas na i -ésima avaliação e;

Ni = número de dias decorridos desde a semeadura até a i -ésima avaliação.

O tempo médio de germinação (TMG) foi determinado conforme Santana e Ranal (2004), utilizando-se a equação:

$$TMG = \frac{\sum(ni \times ti)}{\sum ni}, \text{ onde:}$$

Ni = número de sementes germinadas em cada avaliação e;

ti = tempo correspondente, sendo o resultado expresso em dias.

Os dados foram inicialmente submetidos aos testes de normalidade (Shapiro–Wilk) e homogeneidade entre as variâncias (Levene). Em virtude da presença de valores nulos em parte dos tratamentos e da não conformidade dos dados aos pressupostos da análise de variância (ANOVA), as variáveis porcentagem de germinação (G), porcentagem de sementes não germinadas (NG) e índice de velocidade de germinação (IVG) foram transformadas pela função $\sqrt{x + 0,5}$. Quando constatado efeito significativo, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. As análises foram realizadas utilizando os softwares Sisvar 5.6 (Ferreira, 2019) e R (R Core Team, 2024).

Para a variável TMG, não foi realizada análise comparativa entre as médias de tratamentos, uma vez que sua determinação ocorreu apenas nos tratamentos em que houve germinação, inviabilizando a aplicação de testes inferenciais.

4.4 TIPOS DE ESTACAS E IDADES DAS PLANTAS-MATRIZES

O experimento foi conduzido entre março e outubro de 2025, no viveiro do Setor de Hortaliças e Plantas Ornamentais da Universidade Federal do Amazonas, com o objetivo de avaliar o desenvolvimento de mudas de *T. paniculatum* em função do tipo de estaca (basal, mediana e apical) e da idade das plantas-matrizes (2, 4 e 6 meses após o transplante).

O material vegetal foi coletado de plantas inteiras previamente selecionadas. As estacas basais foram obtidas da porção inferior dos ramos, as medianas da região intermediária e as apicais da extremidade superior. Os cortes foram realizados a aproximadamente 1 cm da base do caule, utilizando tesoura de poda previamente higienizada.

Todas as folhas foram removidas manualmente para reduzir a transpiração. As estacas foram padronizadas pelo tamanho 5 cm de comprimento, medidos com régua milimetrada (Figura 4). Esse tamanho foi adotado devido à baixa disponibilidade de material vegetal, especialmente das porções apicais, que não atingiram comprimentos maiores. A preparação das estacas foi realizada com tesoura de poda multiuso, iniciando-se pelas basais, seguidas das medianas e apicais. Cada grupo foi separado em bandejas plásticas devidamente identificadas.



Figura 4. Estacas apicais (A), medianas (B) e basais (C) de *Talinum paniculatum* padronizadas em 5 cm de comprimento. Fonte: Mariano, J.S. (2025).

Após a padronização do comprimento das estacas, procedeu-se à caracterização do material propagativo por meio da mensuração do diâmetro das estacas, utilizando paquímetro digital, bem como da contagem do número de gemas presentes em cada segmento. Os valores médios obtidos para cada tipo de estaca e idade das plantas matrizes encontram-se apresentados na Tabela 1.

Em seguida, as estacas foram plantadas em copos plásticos com capacidade de 180 ml, previamente perfurados, contendo substrato comercial Vivatto Plus®. Cada estaca foi inserida, verticalmente, a uma profundidade aproximada de 2,5 cm no substrato. Posteriormente, os recipientes foram organizados em bandejas plásticas (Figura 5), irrigados e mantidos sobre bancadas, em viveiro telado com 30% de sombreamento, sob condições naturais. A irrigação foi realizada em dias alternados, mantendo o substrato constantemente úmido.

Tabela 1. Valores médios de diâmetro e número de gemas em diferentes tipos de estacas de *Talinum paniculatum*, provenientes de plantas de diferentes idades.

Variável	Tipo de estaca	Idade das plantas-matrizes		
		2 meses	4 meses	6 meses
Diâmetro (mm)	Apical	3,44	1,66	3,49
	Mediana	5,01	4,08	5,00
	Basal	6,90	8,32	6,07
Número de gemas	Apical	5,25	4,28	5,00
	Mediana	1,88	0,84	1,91
	Basal	2,28	2,69	2,50



Figura 5. Bandeja plástica contendo copos de 180 mL com estacas de *Talinum paniculatum* recém-plantadas. Fonte: Mariano, J.S. (2025)

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3×3 , constituído por três tipos de estacas (basal, mediana e apical) e três idades das plantas-matrizes (2, 4 e 6 meses), com quatro repetições de oito estacas por parcela.

As variáveis-resposta relacionadas ao estabelecimento das mudas foram: porcentagem de sobrevivência das estacas, porcentagem de enraizamento, porcentagem de brotação, número de brotações por estaca e tempo médio de brotação. As variáveis relacionadas ao vigor das plantas foram: comprimento das brotações (cm), massa fresca das brotações (g), massa seca das brotações (g), massa fresca das raízes (g) e massa seca das raízes (g). Apenas a variável-resposta tempo médio de brotação foi avaliada no decorrer do período experimental, enquanto as demais foram avaliadas no final do período experimental, aos 30 dias do plantio.

As estacas consideradas sobreviventes foram as que permaneceram vivas até o final do período experimental, apresentando tecidos íntegros, coloração característica e ausência de necrose total, independentemente de terem ou não emitido brotações ou raízes.

A porcentagem de enraizamento foi determinada considerando-se enraizada a estaca que apresentou pelo menos uma raiz adventícia com comprimento igual ou superior a 1 cm. A caracterização do enraizamento seguiu os princípios descritos por Fachinello *et al.* (2005) e Hartmann *et al.* (2018), quanto à distinção entre formação de calo e desenvolvimento de raízes adventícias funcionais.

A definição de brotação baseou-se nos conceitos gerais de desenvolvimento de gemas descritos em estudos de propagação vegetativa (Fachinello *et al.*, 2005; Hartmann *et al.*, 2018), adotando-se o comprimento mínimo de 1 cm como critério para assegurar a contabilização apenas de estruturas efetivamente desenvolvidas. O número de brotações por estaca foi obtido pela razão entre o número total de brotações emitidas e o número de estacas avaliadas em cada parcela experimental. O tempo médio de brotação foi calculado a partir de avaliações diárias, adaptado de Santana e Ranal (2004), conforme a seguinte expressão:

$$TMB = \frac{\sum(n_i \times t_i)}{\sum n_i}, \text{ onde:}$$

N_i = número de estacas brotadas observadas em cada avaliação e;

t_i = tempo correspondente, sendo o resultado expresso em dias.

O comprimento das brotações foi obtido pela mensuração individual de todas as brotações emitidas pelas estacas, utilizando régua milimetrada, sendo posteriormente calculado pela relação entre o comprimento total acumulado das brotações e o número total de brotos emitidos em cada repetição experimental.

Para determinação da massa fresca das raízes e das brotações, os órgãos foram cuidadosamente separados das estacas. As raízes foram lavadas para remoção do substrato aderido e secas superficialmente com papel absorvente, sendo posteriormente pesadas em balança de precisão, sendo os resultados expressos em gramas. Posteriormente, para obtenção da massa seca, brotações e raízes foram acondicionadas em sacos de papel e mantidas em estufa de circulação forçada a 80 °C por 24 horas (Marcos Filho *et al.*, 1987), sendo posteriormente pesadas em balança de precisão, sendo os resultados expressos em gramas.

Os dados foram submetidos aos testes de normalidade dos resíduos (Shapiro–Wilk) e homogeneidade das variâncias (Levene), em nível de 5% de probabilidade. Para as variáveis que não atenderam aos pressupostos da análise de variância, procedeu-se à transformação dos dados pela

função $\sqrt{x + 0,5}$. Em seguida, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando verificado efeito significativo, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas nos softwares Sisvar 5.6 (Ferreira, 2019) e R (R Core Team, 2024).

4.5 TIPOS E TAMANHOS DE ESTACAS

O experimento foi conduzido entre os meses de outubro e novembro de 2025, no viveiro do Setor de Hortaliças e Plantas Ornamentais da Universidade Federal do Amazonas, com o objetivo de comparar os efeitos do tipo (basal e apical) e do tamanho de estacas (5 e 10 cm) na propagação vegetativa de *T. paniculatum*.

Para a realização do experimento, foram coletadas plantas inteiras provenientes do matrizeiro, com idade de 5 meses, realizando-se o corte a aproximadamente 1 cm do nível do solo. As coletas foram efetuadas no período da manhã, quando as temperaturas são mais amenas, visando minimizar a perda de água pelos tecidos vegetais e preservar o estado fisiológico das plantas até o preparo do material.

Os ramos foram levados para o laboratório onde, com o auxílio de tesoura de poda, foram padronizadas no tamanho de 5 e 10 cm de comprimento, sem ramificações e sem folhas (Figura 6).

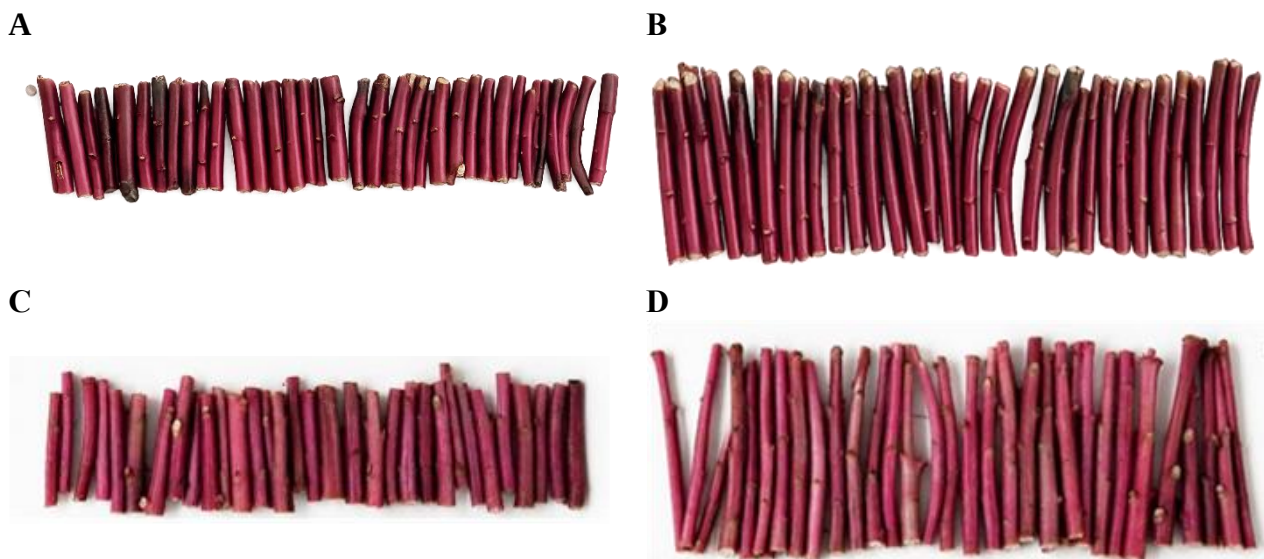


Figura 6. Estacas de *Talinum paniculatum* do tipo basal com 5 e 10 cm (A e B, respectivamente) e apical com 5 e 10 cm (C e D, respectivamente). Fonte: Mariano, J.S. (2025).

Após esse processo, foi realizada a caracterização do material propagativo por meio da mensuração do diâmetro das estacas, utilizando paquímetro digital, além da contagem do número de gemas presentes em cada segmento. Diferentemente do observado no experimento anterior, as plantas-matrizes utilizadas neste estudo apresentaram padrão de crescimento distinto, refletindo em

alterações na distribuição das gemas ao longo dos ramos. Em razão do maior desenvolvimento vegetativo das plantas e da diferenciação progressiva dos tecidos, verificou-se maior concentração de nós e gemas nas porções basais dos ramos, enquanto as regiões apicais apresentaram menor número dessas estruturas. Os valores médios obtidos encontram-se apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Valores médios de diâmetro e número de gemas em diferentes tipos e tamanhos de estacas *Talinum paniculatum*.

Variável	Tipo de estaca	Tamanho de estaca	
		5 cm	10 cm
Diâmetro (mm)	Apical	5,10	5,05
	Basal	5,67	6,52
Número de gemas	Apical	3,80	7,02
	Basal	4,63	8,56

O plantio das estacas foi realizado em copos plásticos com capacidade de 180 mL, preenchidos com substrato comercial Vivatto®. As estacas foram inseridas verticalmente no substrato até a metade de seu comprimento total, garantindo estabilidade e favorecendo o contato necessário para a emissão de raízes. Após o plantio, os copos foram organizados em bandejas plásticas, e mantidos sobre bancadas, em viveiro telado com 30% de sombreamento, sob condições naturais. O experimento teve duração de 30 dias, período durante o qual foram realizadas mondas periódicas para eliminação de plantas invasoras que pudessem competir por nutrientes e espaço. A irrigação foi feita em dias alternados, com o objetivo de manter o substrato sempre úmido.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 2, constituído por tipo de estaca (basal e apical) e tamanho da estaca (5 e 10 cm), totalizando 4 tratamentos, com 5 repetições de 6 estacas cada.

As variáveis analisadas foram agrupadas em dois conjuntos, sendo elas variáveis de estabelecimento e variáveis de vigor das estacas. As variáveis relacionadas ao estabelecimento incluíram: porcentagem de sobrevivência das estacas, porcentagem de enraizamento, porcentagem de brotação, número de folhas por estaca, número de brotações por estaca e tempo médio de brotação. As variáveis relacionadas ao vigor foram: comprimento das brotações, massa fresca das brotações, massa seca das brotações, massa fresca das raízes e massa seca das raízes.

A variável-resposta tempo médio de brotação foi avaliada ao longo de todo o período experimental, mediante acompanhamento diário da emissão de brotações. As demais variáveis foram mensuradas ao final do experimento, aos 30 dias após o plantio das estacas.

A porcentagem de sobrevivência das estacas foi calculada com base na relação entre o número de estacas vivas ao final do período experimental e o número total de estacas avaliadas, sendo os resultados expressos em porcentagem. Foram consideradas vivas as estacas que apresentaram

tecidos íntegros, ausência de necrose total e coloração compatível com tecidos metabolicamente ativos.

A porcentagem de enraizamento foi determinada pela relação entre o número de estacas que emitiram pelo menos uma raiz adventícia visível e o número total de estacas avaliadas em cada parcela. Foram consideradas enraizadas as estacas que apresentaram raízes adventícias com comprimento mínimo de 1 cm.

A porcentagem de brotação foi obtida pela relação entre o número de estacas que emitiram pelo menos uma brotação visível e o número total de estacas avaliadas, sendo consideradas brotadas aquelas que apresentaram brotações com comprimento mínimo de 1 cm durante o período experimental.

O número de folhas por estaca foi determinado por contagem direta das folhas emitidas nas brotações ao final do período experimental. Foram contabilizadas apenas folhas com limbo foliar visível e formato característico da espécie, desconsiderando-se primórdios foliares, folhas deformadas, senescentes ou necrosadas. O número de brotações por estaca foi determinado pela razão entre o número total de brotações emitidas, com comprimento mínimo de 1 cm, e o número total de estacas avaliadas em cada parcela experimental.

O tempo médio de brotação foi calculado com base no número de dias necessários para a emissão da primeira brotação por estaca (estaca brotada), utilizando-se registros diários ao longo do período experimental. O cálculo foi adaptado da metodologia descrita por Santana e Ranal (2004), baseada na relação entre o número de estacas brotadas e o tempo decorrido para sua ocorrência, conforme a expressão:

$$TMB = \frac{\sum(n_i \times t_i)}{\sum n_i}, \text{ onde:}$$

N_i = número de estacas brotadas observadas em cada avaliação e;

t_i = tempo correspondente, sendo o resultado expresso em dias.

O comprimento das brotações foi determinado por meio da medição individual de todas as brotações emitidas pelas estacas, utilizando-se régua milimetrada. Posteriormente, obteve-se o valor médio mediante a divisão do comprimento total acumulado das brotações pelo número total de brotos emitidos em cada repetição experimental.

A massa fresca das brotações e das raízes foi determinada imediatamente após a retirada cuidadosa das estacas do substrato ao final do período experimental. Inicialmente, as raízes foram lavadas cuidadosamente em água corrente para remoção do substrato aderido, evitando danos às estruturas radiculares. Em seguida, as brotações e as raízes foram separadas manualmente das estacas

com auxílio de tesoura. Após a separação, o excesso de umidade superficial foi removido com auxílio de papel absorvente, procedendo-se imediatamente à pesagem em balança de precisão, sendo os resultados expressos em gramas.

Para a determinação da massa seca das brotações e das raízes, os materiais vegetais previamente separados foram acondicionados individualmente em sacos de papel devidamente identificados e submetidos à secagem em estufa de circulação forçada de ar a 80 °C por 24 horas (Marcos Filhos *et al.*, 1987). Após o período de secagem, as amostras foram retiradas da estufa e pesadas em balança de precisão, sendo os resultados expressos em gramas.

Os dados foram submetidos aos testes de normalidade dos resíduos (Shapiro–Wilk) e homogeneidade das variâncias (Levene), em nível de 5% de probabilidade. Para as variáveis que não atenderam aos pressupostos da análise de variância, procedeu-se à transformação dos dados pela função $\sqrt{x + 0,5}$. Em seguida, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando verificado efeito significativo, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas nos softwares Sisvar 5.6 (Ferreira, 2019) e R (R Core Team, 2024).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 DIFERENTES PERÍODOS DE PRÉ-EMBEBIÇÃO E CONDIÇÕES DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES

A germinação de *T. paniculatum* foi significativamente influenciada pelas condições de germinação, com efeito significativo sobre a porcentagem de germinação (G), porcentagem de sementes não germinadas (NG) e índice de velocidade de germinação (IVG) (Tabelas 3, 4 e 5). Em contraste, os diferentes períodos de pré-embebição não promoveram alterações significativas nas variáveis avaliadas. Da mesma forma, a ausência de interação significativa entre os fatores demonstra que o efeito das condições de germinação ocorreu independentemente do tempo de pré-embebição.

Tabela 3. Análise de variância e coeficiente de variação da porcentagem de germinação de sementes de *Talinum paniculatum*, em função das condições de germinação e tempos de pré-embebição. Dados transformados em $\sqrt{(Y + 0,5)}$.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	p-valor
Condição de germinação (CG)	2	72,126	36,062988	82,211	0,0001
Tempo de pré-embebição (TP)	2	1,337	0,668485	1,524	0,2360
CG*TP	4	2,674	0,668485	1,524	0,2233
Resíduo	27	11,844	0,439		
Total	35	87,981			
CV (%)	38,78				

Tabela 4. Análise de variância e coeficiente de variação da porcentagem de sementes não germinadas de sementes de *Talinum paniculatum*, em função das condições de germinação e tempos de pré-embebição. Dados transformados em $\sqrt{(Y + 0,5)}$.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	p-valor
Condição de germinação (CG)	2	1701,389	850,694	35,188	0,0001
Tempo de pré-embebição (TP)	2	52,722	26,361	1,090	0,3504
CG*TP	4	105,444	26,361	1,090	0,3811
Resíduo	27	652,750	24,176		
Total	35	2512,306			
CV (%)	10,89				

Tabela 5. Análise de variância e coeficiente de variação do índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Talinum paniculatum*, em função das condições de germinação e tempos de pré-embebição. Dados transformados em $\sqrt{(Y + 0,5)}$.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	p-valor
Condição de germinação (CG)	2	1,329	0,665	55,196	0,0001
Tempo de pré-embebição (TP)	2	0,044	0,022	1,835	0,1790
CG*TP	4	0,088	0,022	1,835	0,1512
Resíduo	27	0,325	0,012		
Total	35	1,787			
CV (%)	13,02				

Na variável porcentagem de germinação (G), observou-se efeito significativo apenas da condição de germinação, enquanto os diferentes períodos de pré-embebição não influenciaram significativamente a germinação das sementes de *T. paniculatum*. Independentemente do tempo de pré-embebição, a germinação ocorreu exclusivamente no substrato comercial mantido em ambiente natural, com médias variando entre 19,5% e 37,0 % (Tabela 6).

Tabela 6. Valores médios¹ de porcentagem de germinação (G), porcentagem de sementes não germinadas (NG) e índice de velocidade de germinação de sementes de *Talinum paniculatum*, em função das condições de germinação e tempos de pré-embebição. Dados originais.

Variáveis- resposta	Condição de germinação	Tempo de pré-embebição			Média
		0 h	24 h	48h	
G (%)	Papel (25°C)	0,0	0,0	0,0	0,0 b
	Areia (25°C)	0,0	0,0	0,0	0,0 b
	Substrato comercial (ambiente natural)	31,0	37,0	19,5	29,2 a
	Média	10,3 A	12,3 A	6,5 A	
NG (%)	Papel (25°C)	100,0	100,0	100,0	100,0 a
	Areia (25°C)	100,0	100,0	100,0	100,0 a
	Substrato comercial (ambiente natural)	69,0	63,0	80,5	70,8 b
	Média	89,7 A	87,7 A	93,5 A	
IVG	Papel (25°C)	0,00	0,00	0,00	0,00 b
	Areia (25°C)	0,00	0,00	0,00	0,00 b
	Substrato comercial (ambiente natural)	0,93	0,93	0,48	0,78 a
	Média	0,31 A	0,31 A	0,16 A	

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, para cada variável-resposta, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os resultados corroboram as considerações de Marcos Filho (2015), segundo as quais o ambiente de germinação exerce influência direta sobre a ativação metabólica e o desempenho fisiológico das sementes, podendo favorecer ou limitar a emergência das plântulas (Figura 7).

Estudos conduzidos com *Talinum fruticosum* evidenciam que a germinação da espécie é fortemente influenciada pelas condições ambientais, especialmente pelo regime térmico. Brasileiro *et al.* (2010) verificaram que temperaturas alternadas, como 20/30 °C, favoreceram significativamente a germinação das sementes em comparação às temperaturas constantes, demonstrando a importância da oscilação térmica como estímulo germinativo. Complementando esses resultados, Arantes *et al.* (2022) observaram que, além de aumentar a porcentagem de germinação, regimes alternados de temperatura também proporcionaram maior índice de velocidade de germinação, indicando emergência mais rápida e uniforme das plântulas.

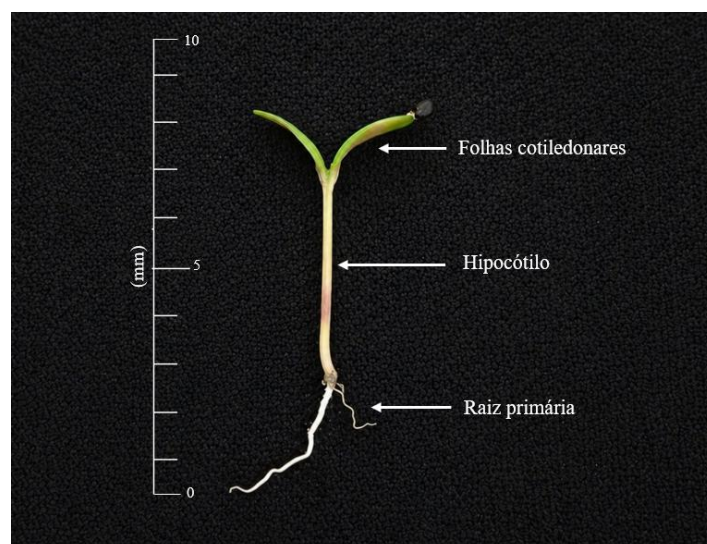


Figura 7. Plântula normal de *Talinum paniculatum* obtida em teste de germinação de sementes, evidenciando as principais estruturas morfológicas. Fonte: Mariano, J.S. (2025), aprimorada por IA.

O melhor desempenho observado no substrato comercial em ambiente natural também pode estar relacionado às características físicas do substrato, como maior retenção de água e melhor aeração, fatores que influenciam diretamente a disponibilidade hídrica e a difusão de oxigênio no meio de cultivo (Criscione *et al.*, 2022).

A ausência de efeito significativo dos períodos de pré-embrição indica que o condicionamento hídrico adotado (0, 24 e 48 horas) não foi suficiente para promover alterações expressivas no potencial germinativo das sementes. Esses resultados contrastam com os observados por Brasileiro *et al.* (2010) e Arantes *et al.* (2022) em estudos com *T. fruticosum*, nos quais a embebição em água favoreceu o processo germinativo, promovendo maior germinação e emergência mais uniforme das plântulas.

A porcentagem de sementes não germinadas apresentou comportamento inversamente proporcional à germinação, atingindo 100% nos tratamentos conduzidos em germinador e 70,83% no substrato comercial, refletindo a influência determinante das condições ambientais sobre a expressão do potencial germinativo (Tabela 6). A baixa germinação observada, mesmo no substrato comercial, pode estar associada à heterogeneidade no estágio de maturação das sementes no momento da colheita. Em espécies com inflorescências do tipo panícula e maturação escalonada, é comum a ocorrência de um gradiente de maturação ao longo da estrutura, no qual sementes localizadas na porção basal, formadas precocemente, apresentam maior acúmulo de reservas e maior grau de maturidade fisiológica, enquanto aquelas das porções medianas e apicais frequentemente ainda se encontram em desenvolvimento no momento da colheita (Carvalho e Nakagawa, 2012; Marcos Filho, 2015).

Essa desuniformidade resulta na formação de lotes heterogêneos, compostos por sementes em diferentes estádios fisiológicos, o que pode comprometer o desempenho germinativo. Sementes imaturas ou parcialmente desenvolvidas apresentam menor organização estrutural e bioquímica, com acúmulo insuficiente de reservas e sistemas enzimáticos ainda incompletos, refletindo-se em menor germinação, menor vigor e maior sensibilidade a condições ambientais adversas (Bewley *et al.*, 2013; Finch-Savage e Bassel, 2016).

Nesse contexto, a adoção do critério de colheita baseado predominantemente na coloração dos frutos da porção basal pode não ser suficiente para garantir a uniformidade fisiológica do lote, resultando na inclusão de sementes imaturas e potencialmente mais dormentes. A colheita de panículas inteiras, associada a etapas de beneficiamento, como a classificação por densidade ou tamanho, pode representar uma estratégia mais eficiente para a obtenção de lotes mais homogêneos e com maior proporção de sementes fisiologicamente maduras. Técnicas de separação física permitem a remoção de sementes chochas ou mal formadas, contribuindo significativamente para a melhoria da qualidade fisiológica do lote e para uma avaliação mais precisa do potencial germinativo (Peske *et al.*, 2012).

Não foi realizada a avaliação da viabilidade das sementes remanescentes ao final do teste de germinação, devido ao reduzido tamanho das sementes de *T. paniculatum*, o que dificultou a manipulação individual e a aplicação segura de testes complementares, como firmeza ou tetrazólio. A dimensão reduzida das sementes também limitou a distinção visual entre tecidos viáveis e deteriorados, podendo comprometer a confiabilidade das avaliações. Limitações semelhantes têm sido relatadas em outras espécies com sementes pequenas. Em sementes de *Brassica oleracea* var. acephala, Sales *et al.* (2022) destacaram a necessidade de diferentes métodos de preparo, incluindo remoção do tegumento, cortes longitudinais e uso de microscópio estereoscópico para interpretação adequada da viabilidade, evidenciando a complexidade da aplicação do teste em sementes diminutas.

A ausência de germinação nos tratamentos conduzidos em areia e papel, mantidos em germinador a temperatura constante de 25 °C, evidencia que as condições experimentais adotadas não foram adequadas para promover a germinação da espécie. Esse resultado indica que a germinação não foi favorecida em ambiente de temperatura constante, sugerindo que a espécie possa apresentar exigência por variações ambientais que não foram contempladas no sistema controlado utilizado.

A ausência de germinação sob temperatura constante encontra respaldo nas observações de Baskin e Baskin (2014), que descrevem a importância das flutuações térmicas como estímulo para a germinação de espécies adaptadas a ambientes naturais sujeitos a variações de temperatura. Nesse sentido, a ausência de alternância térmica no germinador pode ter contribuído para a não ativação dos processos fisiológicos envolvidos na germinação das sementes avaliadas.

Além disso, a interação entre temperatura, luz e disponibilidade hídrica exerce influência conjunta sobre a germinação (Baskin e Baskin, 2014), de modo que a padronização excessiva desses fatores pode limitar a resposta germinativa, o que ajuda a explicar a ausência de germinação observada nos tratamentos testados. Em *T. fruticosum*, verificou-se que a germinação sob temperatura constante resulta em menor porcentagem e velocidade de germinação quando comparada a regimes térmicos alternados (Brasileiro *et al.*, 2010). Dessa forma, os resultados obtidos no presente estudo podem estar relacionados à exigência de variações ambientais que não foram reproduzidas nas condições do germinador.

Para o índice de velocidade de germinação (IVG), observou-se efeito significativo apenas da condição de germinação, enquanto os diferentes períodos de pré-embebição não influenciaram significativamente o desempenho das sementes (Tabela 4). Os maiores valores de IVG foram obtidos no substrato comercial mantido em ambiente natural, independentemente do período de pré-embebição, enquanto nos tratamentos conduzidos em papel e areia sob temperatura constante de 25 °C não houve germinação, resultando em IVG nulo.

O índice de velocidade de germinação observado no substrato comercial reforça a adequação das condições naturais de viveiro para a germinação da espécie avaliada. O IVG expressa a rapidez e a uniformidade da germinação, sendo amplamente associado ao vigor das sementes (Maguire, 1962). Nesse sentido, os valores obtidos no substrato comercial indicam maior rapidez no processo germinativo das sementes que conseguiram germinar nas condições avaliadas, conforme evidenciado pela cinética de germinação analisada segundo os preceitos de Labouriau (1983).

Os resultados indicam que as condições de viveiro permitiram, ainda que de forma limitada, a expressão do potencial fisiológico das sementes, favorecendo maior rapidez e uniformidade no estabelecimento inicial das plântulas. Sementes com maior vigor fisiológico tendem a apresentar melhor desempenho germinativo, crescimento inicial mais uniforme e maior capacidade de estabelecimento em condições ambientais favoráveis (Costa *et al.*, 2021).

Brasileiro *et al.* (2010), avaliando sementes de *T. fruticosum*, verificaram que temperaturas alternadas promoveram aumento significativo no IVG em comparação às temperaturas constantes. Resultados semelhantes foram observados por Arantes *et al.* (2022), que relataram maior velocidade de germinação sob regimes térmicos alternados, indicando que oscilações de temperatura atuam como importantes estímulos fisiológicos para a ativação do metabolismo germinativo.

Em relação ao tempo médio de germinação (TMG), a variável pôde ser determinada apenas no substrato comercial, onde houve formação de plântulas normais com média de 4,61 dias. Nos tratamentos conduzidos em areia e papel, a ausência de germinação impossibilitou a determinação dessa variável, uma vez que o TMG pressupõe a ocorrência de eventos germinativos. Dessa forma,

os resultados confirmam que a germinação ocorreu ao longo do período experimental apenas sob condições naturais de viveiro.

A baixa germinação observada mesmo sob condições naturais de viveiro constitui um forte indicativo da presença de mecanismos de dormência nas sementes. Evidências experimentais em espécies do mesmo gênero e em comunidades naturais reforçam essa interpretação. Em estudo conduzido com espécies herbáceas da Caatinga, incluindo *T. paniculatum*, verificou-se que a escarificação química com ácido sulfúrico, associada à embebição em água por 24 horas, promoveu elevado percentual de germinação (98,3%), indicando a presença de dormência física relacionada à barreira tegumentar (Souza *et al.*, 2020).

Esses achados indicam que a dormência física pode atuar como importante mecanismo regulador da germinação na espécie, limitando a emergência em condições naturais até que estímulos ambientais adequados ou processos de desgaste do tegumento ocorram. Tal comportamento é amplamente descrito para espécies de ambientes sazonais, nas quais a impermeabilidade do tegumento atua como estratégia adaptativa para distribuição temporal da germinação (Almeida, 2025).

A ausência de efeito significativo dos períodos de pré-embebição reforça a preponderância do ambiente de germinação sobre tratamentos isolados aplicados às sementes. Conforme discutido por Bewley *et al.* (2013), a embebição constitui apenas a fase inicial do processo germinativo, podendo ser revertida ou interrompida caso as condições subsequentes não sejam favoráveis. Além disso, Copeland e McDonald (2001) destacam a variabilidade de resposta das sementes a esse tipo de tratamento. No presente estudo, a pré-embebição, de forma isolada, não foi suficiente para suprir a ausência de sinais ambientais mais complexos (variações térmicas, luminosidade e umidade) necessários à superação das exigências germinativas da espécie, conforme descrito para sementes adaptadas a ambientes naturais por Baskin e Baskin (2014).

Em *T. fruticosum*, Brasileiro *et al.* (2010) relataram efeitos positivos da embebição prévia quando associada a condições ambientais adequadas. Embora tais resultados indiquem que a embebição possa atuar como prática complementar em determinadas condições e espécies, no presente estudo, conduzido com *T. paniculatum*, esse tratamento não foi suficiente para atenuar as limitações impostas pela temperatura constante. Os dados obtidos sugerem, com as devidas ressalvas, que a hidratação isolada pode não constituir o principal fator limitante da germinação dessa espécie, sendo possível que eventuais restrições ocorram em etapas metabólicas posteriores à embebição, hipótese que requer investigação adicional.

Os resultados demonstram que o sucesso germinativo da espécie depende fortemente das condições de germinação, sendo o ambiente natural de viveiro, associado ao uso de substrato comercial, o único que possibilitou germinação nas condições avaliadas. Embora os períodos de pré-

embebição tenham sido avaliados, a condição de germinação mostrou-se o principal fator condicionante da germinação.

5.2 TIPOS DE ESTACAS E IDADES DAS PLANTAS-MATRIZES

A porcentagem de sobrevivência das estacas (SE), porcentagem de enraizamento (EE), porcentagem de brotação (EB) e o número de brotações por estaca (NBE) foram significativamente influenciados pela interação entre tipo de estaca e idade das plantas-matrizes (Tabelas 7, 8, 9 e 10, respectivamente).

Tabela 7. Análise de variância para porcentagem de sobrevivência das estacas de *Talinum paniculatum* em função do tipo de estaca e da idade das plantas-matrizes. Dados transformados em $\sqrt{(Y + 0,5)}$.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	p-valor
Tipo de estaca (TE)	2	5,143	2,571	53,326	0,000
Idade das plantas matrizes (IPM)	2	2,723	1,361	28,232	0,000
TE*IPM	4	1,939	0,485	10,056	0,000
Resíduo	27	1,302	0,048		
Total	35	11,106			
CV (%)	9,51				

Tabela 8. Análise de variância para porcentagem de enraizamento das estacas de *Talinum paniculatum* em função do tipo de estaca e da idade das plantas-matrizes. Dados transformados em $\sqrt{(Y + 0,5)}$.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	p-valor
Tipo de estaca (TE)	2	6,527	3,263	36,116	0,000
Idade das plantas matrizes (IPM)	2	2,470	1,235	13,670	0,000
TE*IPM	4	2,091	0,523	5,786	0,001
Resíduo	27	2,440	0,090		
Total	35	13,528			
CV (%)	13,58				

Tabela 9. Análise de variância para porcentagem de brotação das estacas de *Talinum paniculatum* em função do tipo de estaca e da idade das plantas-matrizes. Dados transformados em $\sqrt{(Y + 0,5)}$.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	p-valor
Tipo de estaca (TE)	2	6,841	3,421	52,582	0,000
Idade das plantas matrizes (IPM)	2	1,611	1,306	20,071	0,000
TE*IPM	4	1,941	0,485	7,460	0,000
Resíduo	27	1,756	0,065		
Total	35	13,150			
CV (%)	11,41				

Tabela 10. Análise de variância para número de brotações por estacas de *Talinum paniculatum* em função do tipo de estaca e da idade das plantas-matrizes.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	p-valor
Tipo de estaca (TE)	2	128,389	64,194	55,464	0,000
Idade das plantas matrizes (IPM)	2	33,556	16,778	14,496	0,000
TE*IPM	4	29,111	7,278	6,288	0,001
Resíduo	27	31,250	1,157		
Total	35	222,306			
CV (%)	22,13				

Em contraste, o tempo médio de brotação (TMB) foi significativamente influenciado apenas pela idade das plantas-matrizes, enquanto o tipo de estaca não promoveu alteração significativa nessa variável (Tabela 11). Assim, a ausência de interação significativa para o TMB demonstra que o efeito da idade das plantas-matrizes ocorreu independentemente do tipo de estaca.

Tabela 11. Análise de variância para tempo médio de brotação de *Talinum paniculatum* em função do tipo de estaca e da idade das plantas-matrizes.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	p-valor
Tipo de estaca (TE)	2	30,666	15,333	2,005	0,154
Idade das plantas matrizes (IPM)	2	70,046	35,023	4,580	0,019
TE*IPM	4	12,225	3,056	0,400	0,807
Resíduo	27	206,466	7,647		
Total	35	319,403			
CV (%)	31,61				

Em relação à porcentagem de sobrevivência das estacas (SE), entre as combinações avaliadas, as estacas basais provenientes de plantas com 6 meses após o transplante apresentaram os maiores percentuais de sobrevivência, alcançando 100%, sem diferirem das estacas basais provenientes de plantas com 4 meses (96,88%). Em contraste, as menores médias foram observadas nas estacas medianas provenientes de plantas com 4 meses, com apenas 12,50% de sobrevivência (Tabela 12).

Dentro da idade de 2 meses, as estacas basais apresentaram maior sobrevivência em relação às estacas medianas, enquanto as estacas apicais apresentaram comportamento intermediário, não diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Aos 4 meses, verificou-se maior contraste entre os tipos de estaca, com superioridade das estacas basais em comparação às estacas apicais e medianas. Já aos 6 meses, as estacas basais novamente apresentaram os maiores percentuais de sobrevivência, enquanto estacas apicais e medianas não diferiram entre si.

Tabela 12. Valores médios¹ de porcentagem de sobrevivência das estacas (SE), porcentagem de enraizamento das estacas (EE), porcentagem de brotação das estacas (EB), número de brotações por estaca (NBE) e tempo médio de brotação (TMB) de *Talinum paniculatum* em função do tipo de estacas e da idade das plantas-matrizes. Dados originais.

Variáveis-resposta	Tipo de estaca	Idade das plantas-matrizes			Média
		2 meses	4 meses	6 meses	
SE (%)	Apical	68,75 abA	31,25 bB	65,63 bA	55,21
	Mediana	50,00 bA	12,50 cB	68,75 bA	43,75
	Basal	84,38 aA	96,88 aA	100,00 aA	93,75
	Média	67,71	46,88	78,13	
EE (%)	Apical	52,50 aA	22,50 bB	52,50 abA	42,50
	Mediana	40,00 aA	7,50 bB	37,50 bA	28,33
	Basal	62,50 aA	77,50 aA	77,50 aA	72,50
	Média	51,67	35,83	55,83	
EB (%)	Apical	52,50 abA	22,50 bB	60,00 aA	45,00
	Mediana	37,50 bA	7,50 cB	37,50 bA	27,50
	Basal	62,50 aA	77,50 aA	80,00 aA	73,33
	Média	50,83	35,83	59,17	
NBE	Apical	5,25 abA	2,25 bB	6,00 bA	4,50
	Mediana	3,75 bA	0,75 bB	3,75 cA	2,75
	Basal	6,25 aA	7,75 aA	8,00 aA	7,33
	Média	5,08	3,58	5,92	
TMB (dias)	Apical	11,81	10,81	7,42	10,01 a
	Mediana	9,38	9,00	8,83	9,07 a
	Basal	9,84	7,06	6,59	7,83 a
	Média	10,34 A	8,96 AB	6,95 B	

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, para cada variável-resposta, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na avaliação das idades dentro de cada tipo de estaca, observou-se que as estacas apicais apresentaram menor sobrevivência quando provenientes de plantas com 4 meses, diferindo das demais idades. Para as estacas medianas, a sobrevivência também foi reduzida aos 4 meses, enquanto as estacas basais não apresentaram diferenças significativas entre as idades avaliadas, mantendo elevados percentuais de sobrevivência em todas as condições estudadas.

Resultados semelhantes foram observados em estudos com ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*), em que Betemps *et al.* (2024) verificaram maior sobrevivência e vigor inicial em estacas provenientes de ramos mais desenvolvidos, associando esse comportamento à maior maturidade fisiológica e ao maior acúmulo de reservas nos tecidos. Em *Talinum fruticosum*, Arantes *et al.* (2021)

também relataram melhor estabelecimento de propágulos mais vigorosos e provenientes de estruturas com maior capacidade de armazenamento de reservas.

O comportamento menos estável das estacas apicais e medianas, especialmente a redução acentuada da sobrevivência observada nas plantas-matrizes com 4 meses, sugere maior sensibilidade dessas porções às variações fisiológicas da planta-matriz ao longo do desenvolvimento. Tecidos apicais são caracterizados por maior juvenilidade, menor lignificação e menor acúmulo de reservas, fatores que aumentam a susceptibilidade à desidratação e limitam a manutenção metabólica das estacas durante o período inicial de regeneração (Taiz *et al.*, 2017). Nessas condições, a menor disponibilidade de carboidratos pode comprometer tanto a respiração celular quanto os processos envolvidos na formação de raízes adventícias, reduzindo a sobrevivência dos propágulos (Veierskov, 1988; Druege *et al.*, 2019). Os carboidratos constituem a principal fonte de energia e carbono para os processos de divisão, diferenciação e crescimento celular durante a rizogênese adventícia, sendo essenciais para a manutenção metabólica das estacas após o destacamento da planta-matriz (Bannoud e Bellini, 2021).

Além disso, alterações no balanço endógeno entre auxinas, citocininas e outros reguladores vegetais ao longo do desenvolvimento das plantas matrizes podem influenciar a capacidade regenerativa das estacas (Díaz-Sala, 2021; Otiende *et al.*, 2021; Li, 2021). Segundo Druege *et al.* (2019), oscilações fisiológicas relacionadas ao estágio de desenvolvimento das plantas doadoras afetam a redistribuição de fotoassimilados, o metabolismo hormonal e a competência rizogênica dos propágulos vegetativos, refletindo na sobrevivência e no estabelecimento inicial das mudas.

O fato de a idade das plantas-matrizes não ter influenciado significativamente a sobrevivência das estacas basais possui relevância prática para a propagação vegetativa de *T. paniculatum*, uma vez que demonstra que a utilização da porção basal dos ramos proporciona maior estabilidade fisiológica e elevada capacidade de sobrevivência independentemente do estágio de desenvolvimento das plantas-matrizes avaliadas. Do ponto de vista produtivo, esse resultado indica maior flexibilidade para a coleta de material propagativo, reduzindo limitações relacionadas à idade das plantas doadoras e aumentando a eficiência potencial na produção de mudas da espécie.

Em relação ao enraizamento das estacas (Figura 8), no desdobramento do fator tipo de estaca dentro de cada idade, verificou-se que, aos 2 meses, não ocorreram diferenças estatísticas significativas entre as porções apical, mediana e basal ($p > 0,05$). Aos 6 meses, observou-se comportamento intermediário das estacas apicais, que não diferiram das estacas medianas nem das basais, enquanto as estacas basais apresentaram maior percentual de enraizamento em relação às medianas. Em estacas provenientes de plantas com 4 meses, houve acentuada diferenciação entre os tipos de estaca, com superioridade das estacas basais, que apresentaram 77,50% de enraizamento, superando significativamente as estacas apicais e medianas (Tabela 12).

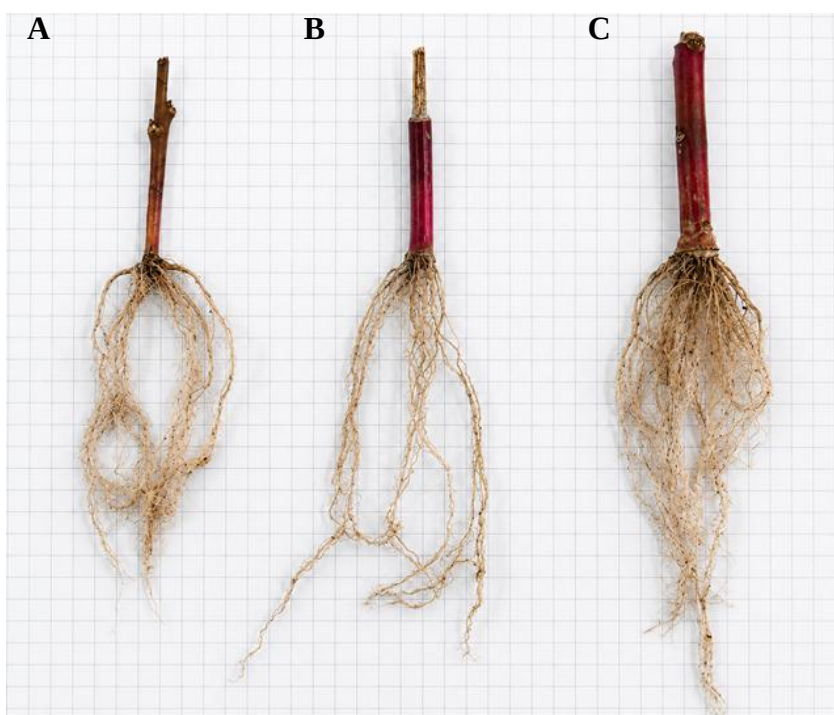


Figura 8. Sistema radicular de estacas de *Talinum paniculatum* provenientes de plantas-matrizes com seis meses de idade: (A) apical, (B) mediana e (C) basal. Fonte. Mariano, J.S. (2025).

Na análise do desdobramento da idade da matriz dentro de cada tipo de estaca, observou-se que as estacas basais mantiveram estabilidade propagativa ao longo de todas as idades avaliadas, não apresentando diferenças estatísticas significativas e registrando elevados percentuais de enraizamento, variando de 62,50% a 77,50%. Em contrapartida, as estacas apicais e medianas mostraram maior sensibilidade fisiológica à idade das matrizes, apresentando redução significativa do enraizamento na idade 4 meses, seguida de recuperação na idade 6 meses, retornando aos níveis observados inicialmente na idade 2 meses.

Em *T. fruticosum*, Arantes *et al.* (2021) também observaram superioridade propagativa de estacas provenientes de regiões mais maduras dos ramos, com maiores percentuais de enraizamento. Em espécies aromáticas e medicinais propagadas por estaquia, como *Mentha* spp. e *Melissa officinalis*, estudos também demonstram que tecidos mais herbáceos e menos lignificados apresentam maior suscetibilidade à desidratação e menor estabilidade fisiológica, reduzindo o potencial rizogênico em condições menos favoráveis (Tavares *et al.*, 2012). De maneira semelhante, Cunha *et al.* (2015), em estudos com *Piper hispidum*, verificaram que estacas provenientes de regiões mais lignificadas apresentaram maior estabilidade propagativa e menor sensibilidade às variações fisiológicas da planta-matriz.

Quanto à porcentagem de brotação, as estacas basais apresentaram os maiores valores em todas as idades avaliadas (Tabela 12), destacando-se principalmente nas matrizes com 4 e 6 meses. Na idade de 2 meses, as estacas basais apresentaram maior porcentagem de brotação em relação às

estacas medianas, não diferindo das apicais. Aos 4 meses, verificou-se acentuada redução da brotação das estacas medianas e apicais, enquanto as estacas basais mantiveram elevado desempenho. Já aos 6 meses, as estacas basais e apicais apresentaram maiores médias de brotação em comparação às medianas.

No desdobramento da idade dentro de cada tipo de estaca, observou-se que as estacas apicais apresentaram menor brotação aos 4 meses, diferindo das idades de 2 e 6 meses, que não diferiram entre si. As estacas basais não apresentaram variação significativa entre as idades avaliadas, mantendo elevada capacidade de brotação em todas as condições experimentais. Para as estacas medianas, a menor brotação também ocorreu aos 4 meses, enquanto as idades de 2 e 6 meses apresentaram maiores médias e não diferiram entre si.

O melhor desempenho das estacas basais na emissão de brotações pode estar associado às características fisiológicas e anatômicas inerentes à região basal dos ramos. Estacas provenientes dessa porção normalmente apresentam maior diâmetro, maior quantidade de tecidos de reserva e maior acúmulo de carboidratos, os quais desempenham papel essencial na manutenção metabólica e no fornecimento energético necessário à emissão de brotações e raízes adventícias (Taiz *et al.*, 2017; Hartmann *et al.*, 2018; Druege *et al.*, 2019). A maior disponibilidade de reservas favorece a manutenção do metabolismo celular, fornecendo energia e carbono para processos como respiração, síntese de novos tecidos e reorganização metabólica após o destacamento da planta-matriz (Matiolli *et al.*, 2022).

A redução acentuada da brotação observada nas estacas medianas e apicais provenientes de plantas com 4 meses sugere a ocorrência de uma fase fisiológica menos favorável das plantas-matrizes, fato que pode estar relacionado a alterações no balanço endógeno de reguladores vegetais (Díaz-Sala, 2021; Li, 2021; Otiende *et al.*, 2021).

Para o número de brotações por estacas, os resultados obtidos demonstram que a posição da estaca exerceu forte influência sobre a intensidade de emissão de brotos, com destaque para as estacas basais, que apresentaram superioridade em todas as idades avaliadas (Tabela 12). Em estudo conduzido com *T. fruticosum*, Arantes *et al.* (2021) observaram maior brotação e desenvolvimento vegetativo em segmentos basais, atribuindo esse comportamento à maior disponibilidade de reservas e ao maior vigor fisiológico dos tecidos localizados próximos à base da planta.

A interação significativa entre os fatores evidencia que o efeito da idade da planta-matriz depende do tipo de estaca utilizado. Aos 4 meses, verificou-se redução acentuada do número de brotações nas estacas apicais e medianas, enquanto as estacas basais mantiveram elevados valores médios (Tabela 12). A capacidade regenerativa observada em *T. paniculatum* também encontra respaldo em estudos com *Portulaca oleracea*, na qual fragmentos caulinares apresentaram elevada capacidade de regeneração vegetativa e formação de raízes adventícias, especialmente em tecidos

mais vigorosos e metabolicamente ativos (Proctor *et al.*, 2011). Segundo Taiz *et al.*, (2017), tecidos vegetais mais maduros tendem a apresentar maior concentração de substâncias de reserva capazes de sustentar o metabolismo inicial durante o processo de regeneração.

Na variável tempo médio de brotação, as menores médias foram observadas nas plantas-matrizes com 6 meses (6,95 dias), diferindo das plantas com 2 meses (10,34 dias), enquanto a idade de 4 meses apresentou comportamento intermediário, sem diferir estatisticamente das demais (Tabela 12). A redução do tempo médio de brotação em plantas mais velhas pode estar relacionada ao maior grau de desenvolvimento fisiológico dos tecidos vegetativos. Em propagação por estaquia, tecidos mais maduros frequentemente apresentam maior capacidade de reorganização metabólica após o corte, favorecendo respostas mais rápidas de regeneração (Hartmann *et al.*, 2018).

Segundo Taiz *et al.* (2017), as reservas acumuladas nos tecidos vegetais desempenham papel essencial nos processos iniciais de regeneração, especialmente durante a emissão de novas estruturas vegetativas, antes do completo restabelecimento das funções fisiológicas. Esse comportamento é particularmente importante em espécies propagadas vegetativamente, nas quais fatores fisiológicos, como o estado nutricional e as reservas presentes nos propágulos, podem influenciar o estabelecimento e o desenvolvimento inicial das brotações (Foladori-Invernizzi *et al.*, 2021).

Os resultados obtidos indicam que a idade da planta-matriz exerce maior influência sobre a velocidade de brotação do que a posição da estaca utilizada. De maneira geral, estacas provenientes de plantas mais maduras apresentaram brotação mais rápida, o que indica maior eficiência fisiológica para propagação vegetativa da espécie. A ausência de efeito significativo do tipo de estaca sobre o TMB indica que a velocidade de emissão dos brotos ocorreu de forma relativamente semelhante entre estacas apicais, basais e medianas, sugerindo que a posição da estaca pode afetar mais intensamente a quantidade de brotos emitidos do que propriamente o tempo necessário para o início da brotação.

No que se refere às variáveis relacionadas ao vigor das mudas, o desenvolvimento vegetativo de *T. paniculatum* foi significativamente influenciado pelos tipos de estaca e pela idade das plantas-matrizes, com efeito significativo sobre o comprimento das brotações e a massa seca das brotações (Tabelas 13 e 15, respectivamente). A massa fresca das brotações e a massa fresca das raízes foram influenciadas significativamente pela interação entre os fatores, demonstrando que a resposta das estacas variou em função da combinação entre o tipo de propágulo e a idade das plantas-matrizes (Tabelas 14 e 16, respectivamente). Para a massa seca das raízes, observou-se efeito significativo apenas do tipo de estaca, sem influência significativa da idade das plantas-matrizes ou da interação entre os fatores (Tabela 17).

Tabela 13. Análise de variância e coeficiente de variação para comprimento das brotações de *Talinum paniculatum* em função do tipo de estaca e da idade das plantas-matrizes.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	p-valor
Tipo de estaca (TE)	2	5,626	2,813	3,899	0,0325
Idade das plantas matrizes (IPM)	2	32,269	16,135	22,364	0,000
TE*IPM	4	6,003	1,500	2,080	0,111
Resíduo	27	19,479	0,729		
Total	35	63,379			
CV (%)	18,95				

Tabela 14. Análise de variância para massa fresca das brotações de *Talinum paniculatum* em função do tipo de estaca e da idade das plantas-matrizes. Dados transformados por $\sqrt{(x + 0,5)}$.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	p-valor
Tipo de estaca (TE)	2	15,866	7,933	69,667	0,000
Idade das plantas matrizes (IPM)	2	33,965	16,982	149,137	0,000
TE*IPM	4	1,359	0,340	2,983	0,0367
Resíduo	27	3,075	0,114		
Total	35	54,264			
CV (%)	12,11				

Tabela 15. Análise de variância para massa seca das brotações (g) de *Talinum paniculatum* em função do tipo de estaca e da idade das plantas-matrizes. Dados transformados por $\sqrt{(x + 0,5)}$.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	p-valor
Tipo de estaca (TE)	2	0,717	0,359	61,952	0,001
Idade das plantas matrizes (IPM)	2	1,335	0,668	115,285	0,001
TE*IPM	4	0,024	0,006	1,051	0,399
Resíduo	27	0,156	0,006		
Total	35	2,233			
CV (%)	6,98				

Tabela 16. Análise de variância para massa fresca das raízes (g) de *Talinum paniculatum* em função do tipo de estaca e da idade das plantas-matrizes. Dados transformados por $\sqrt{(x + 0,5)}$.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	p-valor
Tipo de estaca (TE)	2	1,557	0,779	42,260	0,001
Idade das plantas matrizes (IPM)	2	2,062	1,031	55,963	0,001
TE*IPM	4	0,448	0,112	6,083	0,001
Resíduo	27	0,497	0,018		
Total	35	4,565			
CV (%)	11,19				

Tabela 17. Análise de variância para massa seca das raízes (g) de *Talinum paniculatum* em função do tipo de estaca e da idade das plantas-matrizes. Dados transformados por $\sqrt{(x + 0,5)}$.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	p-valor
Tipo de estaca (TE)	2	0,067	0,034	4,066	0,029
Idade das plantas matrizes (IPM)	2	0,031	0,015	1,872	0,173
TE*IPM	4	0,078	0,020	2,368	0,078
Resíduo	27	0,223	0,008		
Total	35	0,398			
CV (%)	11,23				

O comprimento das brotações foi influenciado significativamente pelos fatores tipo de estaca e idade das plantas-matrizes, de forma independente, uma vez que não houve interação significativa entre os fatores (Tabela 18). Em relação ao tipo de estaca, as estacas basais apresentaram maior comprimento médio das brotações, diferindo significativamente das estacas apicais, enquanto as estacas medianas apresentaram comportamento intermediário, não diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Quanto à idade das plantas-matrizes, observou-se maior comprimento médio das brotações em estacas provenientes de plantas com 2 meses, seguido pelas plantas com 6 meses e 4 meses, havendo diferença significativa entre todas as idades avaliadas.

Tabela 18. Valores médios¹ de comprimento das brotações (CB), massa fresca das brotações (MFB), massa seca das brotações (MSB), massa fresca das raízes (MFR) e massa seca das raízes (MSR) de *Talinum paniculatum* em função do tipo de estaca e da idade das plantas-matrizes. Dados originais.

Variáveis-resposta	Tipo de estaca	Idade das plantas-matrizes			Média
		2 meses	4 meses	6 meses	
CB	Apical	5,11	2,38	4,51	4,00 b
	Mediana	5,77	2,85	4,83	4,48 ab
	Basal	5,78	4,53	4,59	4,97 a
	Média	5,55 A	3,25 C	4,64 B	
MFB	Apical	2,93 bA	0,99 bB	3,49 bA	2,47
	Mediana	2,85 bA	0,84 bB	2,86 cA	2,18
	Basal	3,78 aA	2,52 aB	4,83 aA	3,71
	Média	3,18	1,45	3,72	
MSB	Apical	0,95	0,05	0,76	0,59 b
	Mediana	0,90	0,01	0,49	0,47 b
	Basal	1,62	0,54	1,44	1,20 a
	Média	1,16 A	0,20 C	0,90 B	
MFR	Apical	1,27 bA	0,73 bC	1,00 bB	1,00
	Mediana	1,41 bA	1,10 aB	0,92 bB	1,14
	Basal	1,94 aA	1,10 aC	1,45 aB	1,50
	Média	1,54	0,98	1,12	
MSR	Apical	0,79	0,71	0,75	0,75 b
	Mediana	0,82	0,90	0,74	0,82 ab
	Basal	0,93	0,78	0,85	0,85 a
	Média	0,85	0,79	0,78	

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, para cada variável-resposta, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Resultados semelhantes foram observados por Arantes *et al.* (2021), em estudo com propagação vegetativa de *T. fruticosum*, no qual estacas provenientes de regiões mais desenvolvidas dos ramos e com maior diâmetro apresentaram melhor crescimento vegetativo e maior desenvolvimento da parte aérea. Segundo os autores, a maior disponibilidade de reservas nos tecidos caulinares favorece a manutenção do metabolismo inicial das estacas, contribuindo para maior crescimento das brotações.

Em lúpulo (*Humulus lupulus*), estudos também demonstraram que estacas de maior diâmetro produziram brotações mais longas, evidenciando a influência positiva das reservas acumuladas nos tecidos propagativos sobre o crescimento inicial da parte aérea (Fogaça, 2021). Embora estacas apicais apresentem elevada atividade meristemática, tecidos excessivamente herbáceos tendem a possuir menores quantidades de reservas e maior susceptibilidade à perda de água, podendo comprometer o crescimento inicial das brotações (Hartmann *et al.*, 2018).

Em relação à idade das plantas-matrizes, o maior comprimento das brotações observado em estacas provenientes de plantas com 2 meses após o transplante sugere maior vigor fisiológico e maior juvenilidade dos tecidos vegetativos. Plantas mais jovens normalmente apresentam intensa atividade metabólica e maior direcionamento de fotoassimilados para os tecidos em crescimento, favorecendo o desenvolvimento inicial das brotações (Destailleur *et al.*, 2021). Esse comportamento também foi relatado por Arantes *et al.* (2021) em *T. fruticosum*, cujas estacas apresentaram rápida emissão e crescimento das brotações em materiais vegetativos fisiologicamente mais ativos. Segundo os autores, o elevado potencial regenerativo observado em plantas jovens está associado à intensa atividade celular e à maior capacidade de reorganização metabólica dos tecidos propagativos.

Quanto a massa fresca das brotações, entre as combinações avaliadas, as estacas basais provenientes de plantas com 6 meses após o transplante apresentaram os maiores valores de massa fresca das brotações, diferindo significativamente dos demais tratamentos (Tabela 18). Em contraste, os menores valores foram observados em estacas medianas e apicais provenientes de plantas com 4 meses, cujas médias foram inferiores a 1,0 g.

As estacas basais apresentaram desempenho superior em todas as idades avaliadas. Aos 2 meses, as estacas basais produziram maior massa fresca das brotações em relação às estacas apicais e medianas. Aos 4 meses, observou-se redução generalizada da massa fresca das brotações em todos os tipos de estaca, embora as estacas basais tenham mantido desempenho superior em relação às estacas apicais e medianas. Aos 6 meses, as estacas basais apresentaram os maiores valores de massa fresca das brotações, evidenciando maior vigor vegetativo e maior capacidade de acúmulo de biomassa.

O maior acúmulo de massa fresca das brotações observado nas estacas basais pode estar relacionado à maior disponibilidade de reservas nesses propágulos, favorecendo o crescimento

vegetativo e o desenvolvimento inicial das brotações (Denaxa *et al.*, 2021). Além disso, o balanço entre carboidratos e compostos nitrogenados exerce papel determinante no crescimento inicial das brotações e na manutenção metabólica das estacas durante a propagação vegetativa (Hartmann *et al.*, 2018).

Resultados semelhantes foram observados por Arantes *et al.* (2021), com *T. fruticosum*. Os autores verificaram maior vigor vegetativo e melhor desenvolvimento de mudas em estacas de raiz e basais. Betemps *et al.* (2024), avaliando a influência da maturidade dos ramos na propagação vegetativa de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*), verificaram que propágulos provenientes de ramos mais desenvolvidos apresentaram melhor crescimento vegetativo e maior vigor inicial das mudas, associando esse comportamento à maior maturidade fisiológica e ao maior acúmulo de reservas nos tecidos. Em outro estudo com *Pereskia aculeata*, verificou-se que estacas provenientes da porção basal dos ramos proporcionaram maior produção de biomassa quando comparadas às estacas medianas e apicais (Cavalcante, 2016).

Em manjerição (*Ocimum basilicum*), Araújo *et al.* (2019) observaram que estacas mais vigorosas e provenientes de tecidos mais desenvolvidos apresentaram maior produção de biomassa da parte aérea, evidenciando a influência das reservas acumuladas no desenvolvimento inicial das mudas. Em hortelã-japonesa (*Mentha arvensis*), Chagas *et al.* (2008) observaram que diferentes tipos de estacas influenciaram diretamente o crescimento vegetativo e o acúmulo de biomassa das mudas, evidenciando a influência das características fisiológicas dos propágulos sobre o desenvolvimento inicial das plantas.

O acúmulo mais expressivo de biomassa observado nas estacas basais provenientes de plantas com 6 meses sugere que matrizes mais desenvolvidas podem apresentar maior capacidade de fornecimento de fotoassimilados para o crescimento das brotações, favorecendo o desenvolvimento vegetativo e o acúmulo de massa nos propágulos (Vilasboa *et al.*, 2022).

Por outro lado, a redução da massa fresca das brotações observada em estacas provenientes de plantas com 4 meses pode indicar uma fase fisiológica menos favorável das plantas-matrizes. Mudanças fisiológicas associadas ao estágio de desenvolvimento das plantas matrizes influenciam o balanço entre auxinas e citocininas e a capacidade regenerativa dos propágulos vegetativos, refletindo no crescimento inicial das brotações e no desenvolvimento vegetativo (Díaz-Sala, 2021; Otiende *et al.*, 2021).

Na variável massa seca das brotações (Tabela 18), as estacas basais apresentaram maior acúmulo de massa seca, diferindo significativamente das estacas apicais e medianas, que não diferiram entre si. Em relação à idade das plantas-matrizes, os maiores valores foram observados em plantas com 2 meses, seguidos pelas plantas com 6 meses, enquanto as plantas com 4 meses apresentaram os menores valores de massa seca das brotações.

O maior acúmulo de massa seca observado em plantas com 2 meses sugere que matrizes mais jovens podem apresentar maior atividade metabólica e maior capacidade de redistribuição de fotoassimilados para os tecidos em crescimento. Em plantas jovens, os tecidos geralmente apresentam menor lignificação e maior atividade meristemática, favorecendo o desenvolvimento inicial das brotações e o acúmulo de biomassa vegetal (Taiz *et al.*, 2017).

Em relação à massa fresca das raízes (Tabela 18), as estacas basais provenientes de plantas com 2 meses apresentaram os maiores valores de biomassa radicular (1,94 g), diferindo significativamente das estacas apicais e medianas. Os menores valores foram observados em estacas apicais provenientes de plantas com 4 meses (0,73 g). De modo geral, as estacas basais apresentaram maior acúmulo de massa fresca radicular, embora aos 4 meses não tenham diferido estatisticamente das estacas medianas.

Aos 2 meses de idade, as estacas basais apresentaram maior massa fresca radicular em comparação às estacas apicais e medianas, que não diferiram estatisticamente entre si, indicando maior capacidade de desenvolvimento radicular das estacas retiradas da porção basal quando provenientes de plantas matrizes jovens. Resultados semelhantes foram relatados para *T. fruticosum*, em que estacas basais apresentaram maior enraizamento em relação às estacas apicais (Arantes *et al.*, 2021). Em *Portulaca grandiflora*, Rapaka *et al.* (2007) observaram que maiores concentrações de carboidratos nas estacas favoreceram o desenvolvimento radicular subsequente, reforçando a influência das reservas orgânicas no estabelecimento de propágulos. Além disso, estudos com *T. paniculatum* demonstram elevada capacidade de formação de raízes adventícias e acúmulo de biomassa radicular quando os propágulos apresentam condições fisiológicas favoráveis ao enraizamento (Yachya *et al.*, 2020).

Aos 4 meses, as estacas basais e medianas apresentaram maiores valores de massa fresca das raízes em relação às estacas apicais, sem diferença significativa entre si. Esse comportamento sugere que, embora o avanço da idade das matrizes tenha reduzido o desempenho geral do enraizamento, as porções basal e mediana ainda mantiveram maior potencial rizogênico em comparação à porção apical. A menor massa fresca das raízes observada nas estacas apicais pode estar associada à menor disponibilidade de carboidratos de reserva e à maior susceptibilidade à desidratação dos tecidos, fatores que comprometem o metabolismo energético e o desenvolvimento das raízes adventícias (Rock *et al.*, 2022; Abdel-Mohsen e Rashedy, 2023).

Para as plantas matrizes com 6 meses, as estacas basais novamente apresentaram maior massa fresca das raízes, diferindo das estacas medianas e apicais, que não diferiram entre si. Mesmo com o aumento da idade fisiológica das matrizes, as estacas basais mantiveram desempenho superior.

As estacas apicais apresentaram redução progressiva da massa fresca radicular com o aumento da idade das plantas matrizes, sendo o maior valor observado aos 2 meses, seguido por 6 e

4 meses, todos diferindo entre si. Nas estacas basais, também ocorreu redução significativa da massa fresca das raízes com o avanço da idade, embora esse tipo de estaca tenha mantido os maiores valores em todas as idades avaliadas. Já nas estacas medianas, as plantas matrizes com 2 meses proporcionaram maior massa fresca radicular, enquanto as idades de 4 e 6 meses não diferiram estatisticamente.

A juvenilidade das plantas matrizes exerce influência direta sobre o potencial de formação e crescimento das raízes, favorecendo maior acúmulo de biomassa fresca nas estacas provenientes de matrizes mais jovens. Tecidos juvenis apresentam maior competência rizogênica, maior atividade meristemática e balanço hormonal mais favorável ao enraizamento adventício (Costa *et al.*, 2013; Druege *et al.*, 2019).

Quanto à massa seca das raízes, as estacas basais apresentaram maior massa seca em comparação às estacas apicais, enquanto as estacas medianas apresentaram comportamento intermediário, não diferindo estatisticamente dos demais tratamentos (Tabela 18). A ausência de efeito significativo da idade das plantas-matrizes indica que, nas condições avaliadas, o acúmulo de massa seca radicular permaneceu relativamente estável entre as diferentes idades estudadas. Esse resultado sugere que a posição da estaca exerceu influência mais determinante sobre o desenvolvimento radicular do que a idade fisiológica das matrizes.

Em *T. paniculatum*, Yachya *et al.* (2020) verificaram elevado potencial de acúmulo de biomassa radicular em estacas submetidas a condições fisiológicas favoráveis ao enraizamento, demonstrando que o crescimento das raízes na espécie depende diretamente do adequado estado metabólico dos propágulos. Costa *et al.* (2013) destacam que a indução e o crescimento das raízes adventícias envolvem intensa atividade meristemática, reprogramação celular e demanda energética elevada, fatores diretamente dependentes do estado fisiológico do propágulo.

De modo geral, os resultados obtidos demonstram que a propagação vegetativa de *T. paniculatum* foi fortemente influenciada tanto pela posição da estaca no ramo quanto pela idade fisiológica das plantas-matrizes, evidenciando interação entre fatores morfofisiológicos associados ao propágulo e ao estágio de desenvolvimento das plantas doadoras. Considerando conjuntamente as variáveis de sobrevivência, enraizamento, brotação, crescimento vegetativo e acúmulo de biomassa, as estacas basais provenientes de plantas-matrizes com 6 meses apresentaram o melhor desempenho propagativo geral, destacando-se pela elevada estabilidade fisiológica e pelo maior vigor vegetativo das mudas formadas.

Essa combinação apresentou as maiores porcentagens de sobrevivência (100,0%), elevadas porcentagens de enraizamento (77,5%) e brotação (80,0%), maior número de brotações por estaca (8,0), menor tempo médio de brotação (6,59 dias) e maior massa fresca das brotações (4,83 g), demonstrando superior capacidade regenerativa e maior eficiência fisiológica dos propágulos. Além

disso, as estacas basais mantiveram desempenho superior ou estatisticamente equivalente aos melhores tratamentos em praticamente todas as variáveis analisadas, incluindo comprimento das brotações, massa seca das brotações, massa fresca das raízes e massa seca das raízes.

O desempenho superior das estacas basais pode ser explicado pelas características anatômicas e fisiológicas inerentes à região basal dos ramos. Propágulos provenientes dessa porção normalmente apresentam maior diâmetro, maior grau de lignificação moderada, maior quantidade de tecidos de reserva e maior acúmulo de carboidratos não estruturais, especialmente amido e açúcares solúveis (Taiz *et al.*, 2017; Hartmann *et al.*, 2018; Druege *et al.*, 2019). Essas reservas atuam como fonte de energia e carbono para os processos respiratórios, para a manutenção da integridade celular e para a reorganização metabólica necessária à emissão de raízes adventícias e brotações (Veierskov, 1988; Druege, 2020). Além disso, tecidos basais geralmente apresentam maior estabilidade hídrica e menor susceptibilidade à desidratação, favorecendo o estabelecimento inicial das estacas e aumentando a eficiência propagativa (Druege, 2020; Rock *et al.*, 2022).

A superioridade das matrizes com seis meses evidencia que plantas mais desenvolvidas apresentaram maior equilíbrio fisiológico e maior capacidade de redistribuição de fotoassimilados para os tecidos em regeneração. Nessa condição, observou-se não apenas maior sobrevivência e brotação, mas também maior emissão de brotos e maior acúmulo de biomassa vegetal, indicando maior vigor das mudas produzidas. O menor tempo médio de brotação observado nas matrizes mais velhas sugere ainda maior rapidez de reorganização metabólica após o corte, favorecendo respostas regenerativas mais eficientes.

Embora as estacas provenientes de plantas com 2 meses tenham apresentado resultados expressivos em algumas variáveis, especialmente comprimento das brotações, massa seca das brotações e massa fresca das raízes, o desempenho geral foi menos estável quando comparado às estacas basais oriundas de plantas com 6 meses. O maior comprimento das brotações e maior acúmulo de biomassa em algumas variáveis nas matrizes jovens provavelmente estão relacionados à maior juvenilidade fisiológica, maior atividade meristemática e maior intensidade metabólica característica de tecidos em crescimento (Raihan *et al.*, 2021). Entretanto, apesar do crescimento inicial mais intenso em determinadas condições, as matrizes mais jovens não apresentaram a mesma estabilidade propagativa observada nas plantas mais maduras.

O comportamento observado nas plantas-matrizes com 4 meses representa um dos resultados mais interessantes desse estudo, pois evidencia que o potencial propagativo da espécie não aumenta de forma linear com o avanço da idade das matrizes. Embora se esperasse desempenho intermediário entre plantas jovens e mais maduras, as matrizes com 4 meses apresentaram, de maneira consistente, os menores valores para sobrevivência, enraizamento, brotação, número de brotações e acúmulo de biomassa, especialmente nas estacas apicais e medianas.

Uma possível explicação para esse resultado pode estar relacionada às mudanças fisiológicas associadas à transição entre o crescimento vegetativo inicial e estádios mais avançados de desenvolvimento das plantas-matrizes. Durante determinadas fases do desenvolvimento vegetativo, pode ocorrer intensa redistribuição de fotoassimilados para expansão foliar, crescimento estrutural e manutenção metabólica da planta, influenciando a disponibilidade de reservas nos tecidos vegetativos (Oliveira *et al.*, 2021).

Além disso, a idade intermediária das matrizes pode ter coincidido com um período de maior instabilidade hormonal dos tecidos vegetativos. O processo de regeneração em estacas depende fortemente do equilíbrio entre auxinas, citocininas e outros reguladores vegetais envolvidos na divisão, diferenciação e reorganização celular, visto que oscilações nesse balanço hormonal podem reduzir a competência rizogênica e a capacidade de emissão de brotações, especialmente em tecidos mais sensíveis, como os apicais e medianos (Otiende *et al.*, 2021). Esse comportamento ajuda a explicar por que as estacas basais mantiveram desempenho elevado, enquanto as demais porções apresentaram forte redução fisiológica aos 4 meses.

As estacas apicais e medianas apresentaram maior instabilidade fisiológica ao longo das diferentes idades avaliadas, especialmente aos 4 meses, evidenciando maior sensibilidade às variações fisiológicas das plantas-matrizes. Em contraste, as estacas basais mantiveram elevado desempenho independentemente da idade das matrizes, demonstrando maior estabilidade fisiológica e maior plasticidade propagativa.

Os resultados evidenciam ainda que o tipo de estaca exerceu maior influência sobre variáveis relacionadas ao estabelecimento e vigor vegetativo, como sobrevivência, enraizamento, brotação, número de brotações e acúmulo de biomassa. Em contrapartida, a idade das plantas-matrizes mostrou maior influência sobre a velocidade de brotação e sobre determinadas variáveis de crescimento vegetativo, especialmente aquelas relacionadas ao desenvolvimento inicial das brotações e raízes.

Além disso, os resultados permitem concluir que a utilização de estacas basais provenientes de plantas matrizes com 6 meses após o transplante constitui a combinação mais eficiente para a propagação vegetativa de *T. paniculatum*, proporcionando maior sobrevivência, maior capacidade rizogênica, maior emissão de brotações, maior acúmulo de biomassa e maior estabilidade fisiológica das mudas produzidas.

5.3 TIPOS E TAMANHOS DE ESTACAS

Houve efeito significativo do tipo e do tamanho das estacas sobre a porcentagem de sobrevivência, porcentagem de enraizamento, porcentagem de brotação, número de folhas por estaca e número de brotações por estaca, conforme respectivamente apresentado nas Tabelas 19, 20, 21, 22 e 23. Em nenhuma dessas variáveis a interação entre os fatores foi significativa.

Tabela 19. Análise de variância para porcentagem de sobrevivência *Talinum paniculatum* em função do tipo e do tamanho das estacas. Dados transformados por $\sqrt{(x + 0,5)}$.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	p-valor
Tipo de estaca (TE)	1	2,504	2,504	10,035	0,006
Comprimento da estaca (CE)	1	1,165	1,165	4,670	0,046
TE*CE	1	0,164	0,164	0,657	0,430
Resíduo	16	3,993	0,250		
Total	19	7,826			
CV (%)	27,26				

Tabela 20. Análise de variância para porcentagem de enraizamento de *Talinum paniculatum* em função do tipo e do tamanho das estacas. Dados transformados por $\sqrt{(x + 0,5)}$.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	p-valor
Tipo de estaca (TE)	1	1,453	1,453	9,056	0,008
Comprimento da estaca (CE)	1	1,682	1,682	10,480	0,005
TE*CE	1	0,565	0,562	3,522	0,079
Resíduo	16	2,568	0,161		
Total	19	6,269			
CV (%)	20,59				

Tabela 21. Análise de variância para porcentagem de brotação de *Talinum paniculatum* em função do tipo e do tamanho das estacas. Dados transformados por $\sqrt{(x + 0,5)}$.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	p-valor
Tipo de estaca (TE)	1	2,487	2,487	16,132	0,001
Comprimento da estaca (CE)	1	1,177	1,177	7,637	0,014
TE*CE	1	0,437	0,437	2,832	0,112
Resíduo	16	2,466	0,154		
Total	19	6,567			
CV (%)	20,77				

Tabela 22. Análise de variância para número de folhas por estaca de *Talinum paniculatum* em função do tipo e do tamanho das estacas. Dados transformados por $\sqrt{(x + 0,5)}$.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	p-valor
Tipo de estaca (TE)	1	3,549	3,549	12,068	0,003
Comprimento da estaca (CE)	1	1,786	1,786	6,072	0,025
TE*CE	1	0,731	0,731	2,487	0,134
Resíduo	16	4,706	0,294		
Total	19	10,7735			
CV (%)	24,58				

Tabela 23. Análise de variância para número de brotações por estaca de *Talinum paniculatum* em função do tipo e do tamanho das estacas. Dados transformados por $\sqrt{(x + 0,5)}$.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	p-valor
Tipo de estaca (TE)	1	0,380	0,380	14,091	0,002
Comprimento da estaca (CE)	1	0,225	0,225	8,346	0,011
TE*CE	1	0,051	0,051	1,890	0,188
Resíduo	16	0,431	0,027		
Total	19	1,087			
CV (%)	14,86				

Para o tempo médio de brotação (TMB), não foram observados efeitos significativos do tipo de estaca, do tamanho da estaca ou da interação entre os fatores avaliados (Tabela 24).

Tabela 24. Análise de variância para tempo médio de brotação de *Talinum paniculatum* em função do tipo e do comprimento das estacas.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	p-valor
Tipo de estaca (TE)	1	59,858	59,858	1,924	0,185
Comprimento da estaca (CE)	1	35,912	35,912	1,154	0,299
TE*CE	1	0,685	0,685	0,022	0,884
Resíduo	16	497,906	31,119		
Total	19	594,361			
CV (%)	52,21				

Para a variável porcentagem de sobrevivência, as estacas basais apresentaram maior porcentagem de estacas vivas, com média de 44,3%, diferindo das estacas apicais, cuja média foi de 33,5%. Para o fator tamanho das estacas, os maiores valores foram observados nas estacas de 10 cm, com média de 44,7%, enquanto as estacas de 5 cm apresentaram média de 33,1% (Tabela 25).

Em ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*), Campos *et al.* (2017) observaram que características estruturais das estacas, como número de gemas e diâmetro caular, influenciaram diretamente o desempenho propagativo da espécie. Os autores destacaram que propágulos mais vigorosos apresentaram maior capacidade de estabelecimento inicial, resultado associado à maior disponibilidade de tecidos e reservas capazes de sustentar o metabolismo durante o processo regenerativo.

A sobrevivência das estacas constitui etapa fundamental para o sucesso da propagação vegetativa, estando relacionada à capacidade dos propágulos em manter a integridade fisiológica até o estabelecimento de novas raízes e brotações (Hartmann *et al.*, 2018). Os dados evidenciam que estacas basais e propágulos de maior tamanho favorecem a manutenção da viabilidade das estacas de *T. paniculatum*.

As estacas basais apresentaram maior porcentagem de enraizamento, alcançando 73,33%, diferindo das estacas apicais, que apresentaram média de 35,00% (Tabela 25). Em relação ao tamanho

das estacas, os maiores percentuais de enraizamento foram observados em estacas de 10 cm (68,33%), enquanto estacas de 5 cm apresentaram média de 40,00%. Os resultados indicam que estacas basais e propágulos de maior tamanho proporcionam maior capacidade de enraizamento em *T. paniculatum*, evidenciando maior eficiência de estabelecimento desses materiais para produção de mudas vegetativas.

Tabela 25. Valores médios¹ de porcentagem de sobrevivência das estacas (SE), porcentagem de enraizamento das estacas (EE), porcentagem de brotação das estacas (EB), número de folhas por estaca (NFE), número de brotações por estaca (NBE) e tempo médio de brotação (TMB) de *Talinum paniculatum* em função do tipo e do tamanho da estaca. Dados originais.

Variáveis-resposta	Tipo de estaca	Tamanho da estaca		Média
		5 cm	10 cm	
SE (%)	Apical	24,40	42,70	33,5 b
	Basal	41,90	46,70	44,3 a
	Média	33,15 B	44,7 A	
EE (%)	Apical	16,67	53,33	35,00 b
	Basal	63,33	83,33	73,33 a
	Média	40,00 B	68,33 A	
EB (%)	Apical	13,33	53,33	33,33 b
	Basal	66,67	86,67	76,67 a
	Média	40,00 B	70,00 A	
NFE	Apical	1,18	4,67	2,92 b
	Basal	6,00	7,33	6,67 a
	Média	3,59 B	6,00 A	
NBE	Apical	0,16	0,76	0,46 b
	Basal	0,91	1,18	1,05 a
	Média	0,54 B	0,97 A	
TMB (dias) ^{ns}	Apical	7,80	10,11	8,96
	Basal	10,89	13,94	12,42
	Média	9,35	12,03	

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, para cada variável-resposta, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ns: não significativo.

Em *T. fruticosum*, Arantes *et al.* (2021) também observaram maior porcentagem de enraizamento em estacas provenientes da porção basal dos ramos, associando esse comportamento à maior disponibilidade de reservas orgânicas nos tecidos propagativos.

O maior percentual de enraizamento observado nas estacas de 10 cm sugere influência positiva do tamanho do propágulo sobre o processo rizogênico. Estacas mais longas geralmente apresentam maior quantidade de gemas, maior área de tecidos metabolicamente ativos e maior disponibilidade de carboidratos de reserva, fatores diretamente relacionados ao fornecimento de energia e carbono para formação das raízes adventícias (Hartmann *et al.*, 2018). Em espécies propagadas por estaquia, a disponibilidade de reservas exerce papel essencial durante o período inicial

de regeneração, especialmente antes do restabelecimento completo da absorção hídrica e nutricional pelas novas raízes formadas (Druege *et al.*, 2019).

A menor porcentagem de enraizamento observada nas estacas apicais pode estar relacionada à maior juvenilidade e ao menor acúmulo de reservas nesses tecidos. Propágulos excessivamente herbáceos tendem a apresentar maior susceptibilidade à desidratação e menor estabilidade fisiológica após o destacamento da planta-matriz, comprometendo a manutenção metabólica necessária à emissão de raízes adventícias (Taiz *et al.*, 2017). Além disso, tecidos apicais tendem a apresentar menor acúmulo de reservas carbonadas e maior sensibilidade fisiológica após o destacamento da planta-matriz, condições que podem limitar o suprimento energético necessário à formação das raízes adventícias e reduzir a eficiência regenerativa dos propágulos (Druege *et al.*, 2019).

As estacas basais apresentaram maior porcentagem de brotação, alcançando 76,67%, diferindo das estacas apicais, que apresentaram média de 33,33% (Tabela 25). Em relação ao tamanho das estacas, os maiores percentuais de brotação foram observados em estacas de 10 cm, com média de 70,00%, enquanto estacas de 5 cm apresentaram média de 40,00%. De modo geral, as estacas basais e propágulos de maior tamanho favorecem a brotação de *T. paniculatum*, evidenciando maior potencial propagativo desses materiais para produção de mudas vegetativas.

Em *T. fruticosum*, Arantes *et al.* (2021) também observaram superioridade das estacas basais quanto à emissão de brotações e ao vigor inicial das mudas, relacionando esse comportamento à maior disponibilidade de reservas nos tecidos propagativos. A menor porcentagem de brotação observada nas estacas apicais pode estar relacionada à menor disponibilidade de reservas nesses propágulos. Diferenças anatômicas e hormonais entre regiões do caule também influenciam diretamente a capacidade de regeneração das estacas (Díaz-Sala, 2021).

As estacas basais apresentaram maior número de folhas por estaca, alcançando média de 6,67 folhas, diferindo das estacas apicais, cuja média foi de 2,92 folhas (Tabela 25). Para o fator tamanho das estacas, os maiores valores foram observados nos propágulos de 10 cm, que apresentaram média de 6,00 folhas por estaca, enquanto estacas de 5 cm apresentaram média de 3,59 folhas. Os resultados indicam que estacas basais e propágulos de maior tamanho favorecem o desenvolvimento foliar de *T. paniculatum*, evidenciando maior potencial propagativo desses materiais para produção de mudas vegetativas.

Resultados semelhantes foram observados por Arantes *et al.* (2021), em *T. fruticosum*. Os autores verificaram maior número de folhas em estacas provenientes das regiões basal e mediana da planta, enquanto estacas apicais apresentaram menor desenvolvimento foliar. Segundo os autores, esse comportamento está relacionado às diferenças fisiológicas entre os propágulos, especialmente quanto ao acúmulo de reservas nos tecidos caulinares.

Em espécies hortícolas propagadas por estaquia, o desenvolvimento foliar constitui importante indicativo do estabelecimento inicial das mudas, uma vez que está diretamente relacionado à retomada da atividade fotossintética e à produção de fotoassimilados necessários ao crescimento vegetal subsequente (Jalil, 2010; Hartmann *et al.*, 2018).

As estacas basais apresentaram maior número de brotações por estaca, com média de 1,05 brotação, diferindo das estacas apicais, cuja média foi de 0,46 brotação por estaca (Tabela 25). Em relação ao tamanho das estacas, os maiores valores foram observados nos propágulos de 10 cm, que apresentaram média de 0,97 brotação por estaca, enquanto as estacas de 5 cm apresentaram média de 0,54 brotação. Os resultados indicam que estacas basais e propágulos de maior tamanho favorecem a emissão de brotações em *T. paniculatum*, o que indica maior aptidão desses materiais para produção de mudas.

Em *T. fruticosum*, Arantes *et al.* (2021) também verificaram maior emissão de brotações em estacas provenientes das regiões basal e mediana da planta, observando comportamento decrescente para os propágulos basais, medianos e apicais. Resultados semelhantes também foram observados em por Gentil *et al.* (2026), que verificaram maior desenvolvimento vegetativo em estacas basais, incluindo maior emissão de brotações nas mudas produzidas por estaquia em *T. fruticosum*.

Além dos aspectos fisiológicos, características anatômicas do gênero *Talinum* podem contribuir para o maior potencial regenerativo das estacas basais. Em *T. fruticosum*, Brasileiro *et al.* (2010) descreveram células parenquimáticas volumosas e múltiplas camadas de colênquima angular na região basal do caule, estruturas associadas ao armazenamento de água e de reservas, que podem favorecer o estabelecimento inicial das estacas.

Quanto ao tempo médio de brotação, as estacas apicais apresentaram média de 8,96 dias para emissão das brotações, enquanto as estacas basais apresentaram média de 12,42 dias. Em relação ao tamanho, os propágulos de 5 cm apresentaram média de 9,35 dias, ao passo que as estacas de 10 cm apresentaram média de 12,03 dias. Apesar das diferenças numéricas observadas entre os tratamentos, as médias não diferiram estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Tabela 25).

A ausência de diferença significativa entre os tratamentos sugere que o tipo e o tamanho das estacas não exerceram influência consistente sobre a emissão de brotações nas condições avaliadas. Independentemente da posição do propágulo no caule ou do tamanho utilizado, as estacas de *T. paniculatum* apresentaram capacidade semelhante de reorganização fisiológica e retomada do crescimento vegetativo após o plantio.

Em espécies propagadas vegetativamente, o tempo necessário para emissão de brotações está relacionado à velocidade de reorganização metabólica dos tecidos após o destacamento da planta matriz, envolvendo processos como mobilização de reservas, retomada da atividade celular e

redistribuição hormonal (Druege *et al.*, 2019; Díaz-Sala, 2021). A brotação das estacas depende do equilíbrio fisiológico entre disponibilidade de reservas, atividade meristemática e manutenção da viabilidade dos tecidos durante o período inicial de estabelecimento (Hartmann *et al.*, 2018).

Embora sem diferença estatística, observou-se tendência de menor tempo médio de brotação nas estacas apicais e nos propágulos de menor tamanho. Esses resultados corroboram os achados de Costa *et al.* (2016), que observaram respostas regenerativas mais rápidas em estacas apicais de hortelã (*Mentha* sp.), associando esse comportamento à elevada atividade fisiológica e à maior juvenilidade dos tecidos caulinares.

O coeficiente de variação obtido para a variável (52,21%) pode ser considerado elevado (Tabela 24), comportamento relativamente comum em variáveis relacionadas ao tempo de resposta fisiológica das estacas, uma vez que a emissão de brotações depende de processos metabólicos altamente influenciados pelas condições fisiológicas individuais dos propágulos. Ainda assim, os resultados demonstram comportamento relativamente homogêneo entre os tratamentos quanto à velocidade de emissão das brotações.

De modo geral, o tipo e o tamanho das estacas exerceram influência direta sobre o estabelecimento e o desenvolvimento inicial das mudas de *T. paniculatum*. As estacas basais apresentaram maiores porcentagens de sobrevivência, enraizamento e brotação, além de maior número de folhas e brotações por estaca. Segundo Hartmann *et al.* (2018), o desempenho propagativo das estacas está diretamente relacionado às características fisiológicas dos propágulos, especialmente à disponibilidade de reservas orgânicas, à integridade dos tecidos e à capacidade de sustentação metabólica durante as etapas iniciais da regeneração.

A superioridade das estacas basais pode ser explicada pelo maior grau de desenvolvimento estrutural dessas regiões caulinares. Tecidos basais geralmente apresentam maior acúmulo de carboidratos de reserva, maior diâmetro caulinar e maior estabilidade fisiológica, fatores importantes para manutenção da viabilidade das estacas até a formação das raízes adventícias; além disso, a presença de maiores quantidades de compostos de reserva favorece o fornecimento de energia e carbono necessários aos processos de divisão celular, reorganização metabólica e emissão de novas estruturas vegetativas (Druege *et al.*, 2019).

Os resultados obtidos corroboram os princípios fisiológicos descritos por Taiz *et al.* (2017), segundo os quais o estabelecimento inicial de propágulos vegetativos depende da capacidade de manutenção do metabolismo celular e da mobilização de reservas acumuladas nos tecidos. Durante o período inicial após o plantio, as estacas permanecem temporariamente dependentes das reservas internas para sustentar os processos respiratórios e regenerativos até o restabelecimento da absorção hídrica e nutricional pelas novas raízes formadas.

O efeito positivo do tamanho das estacas também evidencia a importância das reservas acumuladas para o sucesso propagativo de *T. paniculatum*. Propágulos de 10 cm de comprimento apresentaram maiores valores de sobrevivência, enraizamento, brotação e desenvolvimento vegetativo quando comparados às estacas de 5 cm. Estacas mais longas normalmente possuem maior número de gemas, maior quantidade de tecidos metabolicamente ativos e maior disponibilidade de compostos orgânicos de reserva, fatores diretamente relacionados à sustentação fisiológica do processo regenerativo (Hartmann *et al.*, 2018).

Embora as estacas apicais tenham apresentado tendência de menor tempo médio de brotação, esse comportamento não se refletiu em maior eficiência propagativa. Em muitos casos, tecidos apicais apresentam elevada atividade meristemática e respostas regenerativas mais rápidas devido à maior juvenilidade fisiológica; entretanto, esses propágulos frequentemente apresentam menor disponibilidade de reservas e maior susceptibilidade à desidratação após o destacamento da planta matriz, fatores que podem comprometer o estabelecimento das mudas (Taiz *et al.*, 2017; Druege *et al.*, 2019).

Quanto às variáveis relacionadas ao vigor, não houve efeito significativo dos tipos e dos tamanhos de estaca, bem como da interação entre os fatores, sobre o comprimento das brotações e a massa seca das raízes de *T. paniculatum* (Tabelas 26 e 30).

Tabela 26. Análise de variância para comprimento das brotações de *Talinum paniculatum* em função do tipo e do tamanho das estacas.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	p-valor
Tipo de estaca (TE)	1	4,297	4,297	3,065	0,099
Comprimento da estaca (CE)	1	1,176	1,176	0,839	0,373
TE*CE	1	1,442	1,442	1,028	0,326
Resíduo	16	22,430	1,402		
Total	19	29,345			
CV (%)	37,65				

Para a massa fresca das brotações e a massa seca das brotações, verificou-se efeito significativo da interação entre o tipo e o tamanho das estacas, indicando resposta diferenciada dos propágulos em função da combinação entre os fatores avaliados (Tabelas 27 e 28).

Tabela 27. Análise de variância para massa fresca das brotações de *Talinum paniculatum* em função do tipo e do tamanho das estacas. Dados transformados por $\sqrt{(x + 0,5)}$.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	p-valor
Tipo de estaca (TE)	1	0,900	0,900	11,983	0,003
Comprimento da estaca (CE)	1	0,145	0,145	1,929	0,184
TE*CE	1	0,475	0,475	6,318	0,023
Resíduo	16	1,202	0,075		
Total	19	2,722			
CV (%)	19,78				

Tabela 28. Análise de variância para massa seca das brotações de *Talinum paniculatum* em função do tipo e do tamanho das estacas. Dados transformados por $\sqrt{(x + 0,5)}$.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	p-valor
Tipo de estaca (TE)	1	0,014	0,014	5,550	0,032
Comprimento da estaca (CE)	1	0,001	0,001	0,541	0,473
TE*CE	1	0,014	0,014	5,454	0,033
Resíduo	16	0,042	0,003		
Total	19	0,072			
CV (%)	6,39				

Quanto à massa fresca das raízes, observou-se efeito significativo apenas para o fator tipo de estaca, enquanto o tamanho das estacas e a interação entre os fatores não influenciaram significativamente a variável (Tabela 29).

Tabela 29. Análise de variância para massa fresca das raízes de *Talinum paniculatum* em função do tipo e do tamanho das estacas. Dados transformados por $\sqrt{(x + 0,5)}$.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	p-valor
Tipo de estaca (TE)	1	0,065	0,065	12,338	0,003
Comprimento da estaca (CE)	1	0,005	0,005	0,864	0,367
TE*CE	1	0,017	0,017	3,120	0,096
Resíduo	16	0,085	0,005		
Total	19	0,171			
CV (%)	8,73				

Tabela 30. Análise de variância para massa seca das raízes de *Talinum paniculatum* em função do tipo e do tamanho das estacas. Dados transformados por $\sqrt{(x + 0,5)}$.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	p-valor
Tipo de estaca (TE)	1	0,000	0,000	1,205	0,289
Comprimento da estaca (CE)	1	0,000	0,000	0,341	0,567
TE*CE	1	0,001	0,001	2,460	0,136
Resíduo	16	0,006	0,000		
Total	19	0,008			
CV (%)	2,72				

Na variável comprimento das brotações, embora as estacas basais tenham apresentado média numericamente superior (3,60 cm) em comparação às estacas apicais (2,681 cm), essa diferença não foi suficiente para promover distinção estatística entre os tratamentos (Tabela 31).

Tabela 31. Valores médios¹ de comprimento das brotações (CB), massa fresca das brotações (MFB), massa seca das brotações (MSB), massa fresca das raízes (MFR) e massa seca das raízes (MSR) de *Talinum paniculatum* em função do tipo e do tamanho da estaca. Dados originais.

Variáveis-resposta	Tipo de estaca	Tamanho da estaca		Média
		5 cm	10 cm	
CB (cm) ^{ns}	Apical	2,17	3,19	2,68
	Basal	3,63	3,58	3,60
	Média	2,90	3,38	
MFB (g)	Apical	0,93 bB	1,41 aA	1,17
	Basal	1,67 aA	1,53 aA	1,60
	Média	1,30	1,47	
MSB (g)	Apical	0,74 bB	0,81 aA	0,77
	Basal	0,84 aA	0,81 aA	0,83
	Média	0,79	0,81	
MFR (g)	Apical	0,73	0,82	0,78 b
	Basal	0,90	0,88	0,89 a
	Média	0,82	0,85	
MSR (g) ^{ns}	Apical	0,72	0,72	0,72
	Basal	0,73	0,73	0,73
	Média	0,72	0,72	

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, para cada variável-resposta, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ns: não significativo.

Da mesma forma, o aumento do tamanho das estacas de 5 para 10 cm não promoveu incremento significativo no comprimento das brotações, indicando que, nas condições avaliadas, o desenvolvimento inicial das brotações ocorreu de maneira semelhante entre os tratamentos. Mesmo sem diferença estatística, observa-se tendência de maior comprimento das brotações nas estacas basais e nas estacas de maior tamanho, o que pode estar relacionado à maior quantidade de reservas acumuladas nesses propágulos.

A ausência de diferenças estatísticas entre tratamentos, mesmo diante de variações numéricas nas médias, pode estar relacionada à elevada variabilidade fisiológica entre os propágulos utilizados, condição frequentemente observada em experimentos de propagação vegetativa (Lustosa Sobrinho *et al.*, 2022). Segundo Hartmann *et al.* (2018), a disponibilidade de reservas nos propágulos exerce influência direta sobre os processos iniciais de regeneração, especialmente durante o período em que as estacas ainda não restabeleceram plenamente sua capacidade fotossintética e absorção hídrica.

O coeficiente de variação observado para a variável (37,65%) também pode ter contribuído para a ausência de significância estatística entre os tratamentos. Em estudos envolvendo propagação

vegetativa, é comum que variáveis relacionadas ao crescimento inicial apresentem elevada variabilidade experimental, em decorrência das diferenças fisiológicas existentes entre os propágulos. Fatores como grau de maturação dos tecidos, distribuição hormonal, quantidade de reservas acumuladas e capacidade de emissão de brotações podem influenciar diretamente a resposta regenerativa das estacas, aumentando a heterogeneidade dos dados experimentais (Hartmann *et al.*, 2018; Lustosa Sobrinho *et al.*, 2022).

A elevada variabilidade observada em experimentos de estaquia está frequentemente associada à heterogeneidade fisiológica dos propágulos, especialmente em espécies herbáceas e semilenhosas, visto que diferenças relacionadas ao estado fisiológico dos tecidos, grau de lignificação, balanço hormonal e disponibilidade de reservas podem aumentar a variabilidade experimental e dificultar a detecção de diferenças estatísticas entre tratamentos, mesmo quando há tendência de superioridade em determinadas médias (Liu *et al.*, 2022; Leahey, 2024).

Em relação a massa fresca das brotações, nas estacas apicais verificou-se aumento significativo da massa fresca das brotações quando o tamanho das estacas foi ampliado de 5 para 10 cm, passando de 0,93 para 1,41 g, respectivamente (Tabela 31). Já nas estacas basais, não houve diferença significativa entre os tamanhos avaliados, embora as médias tenham permanecido numericamente superiores às observadas nas estacas apicais. Dentre os tamanhos de estaca, no comprimento de 5 cm, as estacas basais apresentaram maior massa fresca das brotações em comparação às estacas apicais. No comprimento de 10 cm, não foram observadas diferenças estatísticas entre os tipos de estaca.

O melhor desempenho das estacas basais pode estar relacionado ao maior volume de tecidos e ao maior acúmulo de reservas nutritivas nesses propágulos. Em *T. fruticosum*, estacas basais também apresentaram superioridade quanto ao crescimento vegetativo e ao acúmulo de biomassa, sendo esse comportamento associado ao maior diâmetro e ao maior conteúdo de reservas dos tecidos basais (Gentil *et al.*, 2026).

O incremento da massa fresca das brotações nas estacas apicais de maior comprimento sugere que o aumento do tamanho do propágulo contribuiu para ampliar a quantidade de tecidos metabolicamente ativos e de reservas disponíveis para emissão e crescimento das brotações. Essa interpretação encontra suporte parcial em estudo com *T. fruticosum*, no qual estacas de maior comprimento, embora superiores às avaliadas neste estudo, apresentaram maior desenvolvimento vegetativo, o que pode estar relacionado ao maior número de gemas e ao maior conteúdo de reservas nutritivas nos propágulos (Gentil *et al.*, 2026).

A ausência de resposta significativa do comprimento nas estacas basais indica que mesmo as estacas de 5 cm já apresentavam quantidade suficiente de reservas para sustentar o crescimento inicial das brotações. A elevada capacidade regenerativa dos tecidos basais de *T. paniculatum*

representa uma característica favorável à propagação vegetativa da espécie, especialmente por permitir maior aproveitamento do material propagativo.

Observou-se que a utilização de estacas basais favoreceu maior acúmulo de biomassa fresca nas brotações, sobretudo em propágulos de menor comprimento. Estacas apicais, por outro lado, apresentaram desempenho semelhante quando utilizadas em maior comprimento, indicando influência do tamanho do propágulo sobre o vigor inicial das brotações.

Quanto à massa seca das brotações, as estacas apicais de 10 cm apresentaram incremento significativo em relação às de 5 cm, com médias de 0,81 e 0,74 g, respectivamente (Tabela 31). Nas estacas basais, por outro lado, não houve diferença significativa entre os comprimentos avaliados. Na comparação entre os tamanhos de estaca, verificou-se superioridade das estacas basais no comprimento de 5 cm. Para as estacas de 10 cm, não foram observadas diferenças estatísticas entre os tipos de propágulo.

Santos e Gentil (2015), em estudos com propagação de jambu (*Acmella oleracea*) por estaquia, também observaram influência do comprimento das estacas sobre o vigor vegetativo e a qualidade das mudas produzidas. Segundo os autores, estacas maiores apresentaram melhor desenvolvimento inicial devido à maior disponibilidade de tecidos e reservas capazes de sustentar o crescimento das brotações.

O maior acúmulo de biomassa seca nas brotações constitui importante indicativo de vigor propagativo, por refletir maior capacidade de produção e alocação de fotoassimilados durante o desenvolvimento inicial das mudas. No presente estudo, os tratamentos que favoreceram maior massa seca das brotações também apresentaram melhor desempenho vegetativo inicial. Em espécies herbáceas amazônicas, variáveis relacionadas à biomassa têm sido utilizadas como importantes indicadores da qualidade propagativa e do crescimento inicial das mudas. Em *Alternanthera sessilis*, Silva *et al.* (2023) verificaram que mudas com maior desenvolvimento vegetativo apresentaram maiores valores de biomassa, sendo consideradas de melhor qualidade propagativa. Da mesma forma, Lima *et al.* (2025), avaliando o desempenho de mudas da mesma espécie em diferentes condições de cultivo, destacaram a massa fresca e seca como importantes indicadores do crescimento inicial e da qualidade das mudas produzidas.

Estacas basais favoreceram maior acúmulo de biomassa seca nas brotações, sobretudo em propágulos de menor comprimento. Estacas apicais, entretanto, apresentaram desempenho semelhante quando utilizadas em maior comprimento, evidenciando influência do tamanho do propágulo sobre o vigor inicial das brotações.

Quanto a massa fresca das raízes, as estacas basais apresentaram maior massa fresca das raízes, com média de 0,89 g, diferindo das estacas apicais, que apresentaram média de 0,78 g (Tabela

31). Para o fator comprimento das estacas, não houve diferença estatística entre os tratamentos avaliados.

O maior acúmulo de biomassa radicular nas estacas basais sugere maior capacidade de emissão e desenvolvimento de raízes adventícias nesses propágulos. Em *T. fruticosum*, estacas basais apresentaram maior massa seca das raízes em comparação às estacas apicais. Gentil *et al.* (2026) associaram esse resultado ao maior volume dos tecidos e à maior disponibilidade de reservas nutritivas nos propágulos basais.

Arantes *et al.* (2021), avaliando diferentes tipos de estacas de *T. fruticosum*, também verificaram superioridade das estacas basais quanto ao vigor propagativo e ao desenvolvimento inicial das mudas, destacando a importância das características fisiológicas dos propágulos sobre o desempenho regenerativo da espécie.

A ausência de diferença significativa entre os comprimentos das estacas indica que, independentemente do tamanho avaliado, os propágulos apresentaram capacidade semelhante de formação e crescimento radicular. Em determinadas espécies herbáceas propagadas por estaquia, o desempenho inicial das mudas está relacionado às características fisiológicas dos propágulos utilizados, incluindo a disponibilidade de reservas e o vigor vegetativo (Santos e Gentil, 2015).

O acúmulo de massa fresca das raízes constitui importante parâmetro relacionado ao estabelecimento inicial das mudas, pois reflete maior capacidade de absorção de água e nutrientes, favorecendo o crescimento vegetativo após o transplante. As estacas basais proporcionaram maior desenvolvimento radicular em *T. paniculatum*.

Em relação a massa seca das raízes, as estacas basais apresentaram média de 0,73 g, enquanto as estacas apicais apresentaram média de 0,72 g, sem diferença estatística entre os tratamentos. Para o fator comprimento das estacas, as médias observadas foram de 0,72 e 0,73 g para estacas de 5 e 10 cm, respectivamente, sem diferença estatística entre os tratamentos.

A ausência de diferença significativa entre os tratamentos indica que tanto os tipos quanto os comprimentos de estaca avaliados apresentaram comportamento semelhante quanto ao acúmulo de biomassa seca radicular. Os propágulos utilizados possuíam capacidade equivalente de formação e desenvolvimento das raízes adventícias, independentemente da posição da estaca ou do tamanho empregado.

Embora a massa fresca das raízes tenha apresentado superioridade das estacas basais, essa diferença não foi mantida para a massa seca radicular. Parte das diferenças observadas na biomassa fresca pode estar associada ao conteúdo hídrico dos tecidos, sem necessariamente representar maior acúmulo efetivo de matéria seca nas raízes formadas. Diferenças entre massa fresca e massa seca são relativamente comuns, especialmente em espécies herbáceas, nas quais o elevado conteúdo de água nos tecidos influencia diretamente as avaliações de biomassa fresca (Hartmann *et al.*, 2018).

A similaridade entre os tratamentos para massa seca das raízes sugere elevada capacidade regenerativa de *T. paniculatum*, uma vez que diferentes tipos e comprimentos de estaca apresentaram desempenho semelhante quanto à formação e ao acúmulo de biomassa radicular. Em *T. fruticosum*, Gentil *et al.* (2026) observaram elevada capacidade de regeneração radicular em diferentes tipos de estaca, destacando a rusticidade propagativa da espécie e a influência das reservas presentes nos tecidos sobre o estabelecimento inicial das mudas.

Arantes *et al.* (2021) também relataram elevada sobrevivência e capacidade de formação radicular em propágulos provenientes de diferentes regiões da planta, demonstrando ampla plasticidade regenerativa da espécie. Segundo os autores, espécies do gênero *Talinum* apresentam elevada capacidade de adaptação fisiológica durante a propagação vegetativa.

A ausência de resposta significativa ao comprimento das estacas demonstra que mesmo os propágulos de menor tamanho apresentaram quantidade suficiente de reservas para sustentar o desenvolvimento inicial do sistema radicular. Mesmo sem diferenças estatísticas entre os tratamentos, os resultados obtidos demonstram que tanto estacas apicais quanto basais, associadas aos diferentes tamanhos avaliados, apresentam potencial semelhante para formação de biomassa seca radicular em *T. paniculatum*. A viabilidade da propagação vegetativa da espécie utilizando diferentes padrões de propágulo, pode ampliar as possibilidades de aproveitamento do material vegetal na produção de mudas.

No geral, as variáveis de vigor demonstraram que *T. paniculatum* apresentou razoável capacidade de desenvolvimento vegetativo após a estaquia, embora a resposta dos propágulos tenha variado de acordo com o tipo e o tamanho das estacas avaliadas. As estacas basais e propágulos de maior comprimento favoreceram maior acúmulo de biomassa nas brotações e maior desenvolvimento radicular, evidenciando maior potencial propagativo desses materiais para produção de mudas mais vigorosas.

Embora não tenham sido observadas diferenças estatísticas para o comprimento das brotações, verificou-se tendência de superioridade das estacas basais e dos propágulos de maior comprimento. O que sugere certa influência da disponibilidade de reservas sobre o crescimento inicial das brotações, mesmo que a elevada variabilidade fisiológica entre os propágulos tenha reduzido a capacidade de detecção estatística das diferenças entre tratamentos. Em espécies propagadas vegetativamente, variáveis relacionadas ao crescimento inicial frequentemente apresentam elevada variabilidade experimental, uma vez que fatores fisiológicos, anatômicos e hormonais influenciam diretamente a resposta regenerativa das estacas (Hartmann *et al.*, 2018; Liu *et al.*, 2022).

Para as variáveis massa fresca e massa seca das brotações, observou-se interação significativa entre tipo e comprimento das estacas, indicando que a resposta dos propágulos dependeu da combinação entre os fatores avaliados. Nas estacas apicais, o aumento do comprimento de 5 para

10 cm promoveu incremento significativo da biomassa fresca e seca das brotações, enquanto nas estacas basais não houve resposta significativa ao aumento do comprimento. Com isso, é possível observar que propágulos apicais demandaram maior quantidade de tecidos e reservas para alcançar desempenho vegetativo semelhante ao das estacas basais.

Segundo Hartmann *et al.* (2018), o sucesso do crescimento inicial das brotações depende diretamente da disponibilidade de carboidratos e compostos de reserva acumulados nos tecidos propagativos, visto que durante as fases iniciais da regeneração, as estacas permanecem dependentes das reservas internas para sustentar os processos respiratórios, a divisão celular e o crescimento das novas estruturas vegetativas, especialmente antes do restabelecimento completo da absorção hídrica e da atividade fotossintética.

Os resultados obtidos indicam que estacas basais de *T. paniculatum* apresentaram quantidade suficiente de reservas para sustentar o desenvolvimento inicial das brotações mesmo em propágulos de menor tamanho. Por outro lado, nas estacas apicais, o aumento do comprimento promoveu incremento significativo da biomassa acumulada, evidenciando que propágulos mais longos compensaram parcialmente limitações fisiológicas relacionadas à menor disponibilidade de reservas nessas regiões do caule.

Druege *et al.* (2019) destacam que o balanço entre disponibilidade de reservas, atividade metabólica e manutenção da viabilidade fisiológica constitui um dos principais fatores associados ao desempenho regenerativo de estacas, uma vez que tecidos apicais normalmente apresentam elevada atividade meristemática e maior juvenilidade fisiológica, porém possuem menor acúmulo de compostos energéticos e maior susceptibilidade ao dessecamento após o destacamento da planta matriz.

Em relação à massa fresca das raízes, as estacas basais apresentaram maiores valores em comparação às estacas apicais, evidenciando maior capacidade de emissão e desenvolvimento de raízes adventícias. Propágulos provenientes das regiões basais apresentaram maior eficiência na formação do sistema radicular, condição diretamente relacionada ao estabelecimento inicial das mudas e à capacidade de absorção de água e nutrientes após o transplante. Segundo Hartmann *et al.* (2018), a formação de raízes adventícias depende da disponibilidade energética necessária para sustentar processos de diferenciação celular e reorganização metabólica durante a rizogênese.

Apesar da diferença observada para massa fresca das raízes, a massa seca radicular não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos. Isso indica que as diferenças verificadas na biomassa fresca podem estar parcialmente relacionadas ao conteúdo hídrico dos tecidos, sem necessariamente representar maior acúmulo efetivo de matéria seca nas raízes formadas. Em espécies herbáceas, diferenças entre massa fresca e massa seca são relativamente comuns devido à elevada quantidade de água presente nos tecidos vegetativos (Taiz *et al.*, 2017).

De modo geral, as estacas basais de 10 cm apresentaram tendência de melhor desempenho para as variáveis relacionadas ao vigor das mudas, especialmente aquelas associadas ao acúmulo de biomassa e ao desenvolvimento radicular.

6 CONCLUSÕES

A propagação seminífera e vegetativa de *Talinum paniculatum* mostrou-se viável nas condições ambientais da Amazônia Central, com bom potencial da espécie para produção de mudas.

Em diferentes períodos de pré-embebição e condições de germinação, verificou-se que a germinação das sementes foi influenciada pelas condições de germinação utilizadas. O substrato comercial em ambiente natural proporcionou melhor desempenho germinativo e maior vigor das plântulas em comparação aos testes conduzidos em laboratório. A pré-embebição das sementes não promoveu incrementos consistentes na germinação. As sementes apresentaram germinação lenta e desuniforme, sugerindo ocorrência de dormência.

Estacas basais provenientes de plantas com 6 meses de idade apresentaram maior sobrevivência, enraizamento, brotação e vigor das mudas, evidenciando propágulos fisiologicamente mais eficientes para a propagação vegetativa da espécie. O uso de estacas basais provenientes de plantas com 6 meses mostrou-se a combinação mais promissora para produção de mudas de *T. paniculatum*.

Estacas basais e propágulos de 10 cm proporcionaram melhor desempenho propagativo de *T. paniculatum*, com maiores porcentagens de sobrevivência, enraizamento e brotação, além de maior desenvolvimento vegetativo e maior acúmulo de biomassa nas brotações e raízes.

A pesquisa contribui para o avanço do conhecimento sobre a propagação de *T. paniculatum*, fornecendo informações que podem subsidiar futuros estudos agrônômicos e estratégias de valorização dessa PANC.

7 REFERÊNCIAS

- Abdel-Mohsen, M. A. A.; Rashedy, A. A. 2023. Stock plant etiolation reduces rooting of sub-terminal olive cuttings by reducing total sugars, IAA, indole/phenol ratio, and IAA/GA ratio. *Acta Physiologiae Plantarum*, 45(9): 104.
- Albuquerque, K.S.; Guimarães, R.M.; Gomes, L.A.A.; Vieira, A.R.; Jácome, M.F. 2009. Condicionamento osmótico e giberelina na qualidade fisiológica de sementes de pimentão colhidas em diferentes estádios de maturação. *Revista Brasileira de Sementes*, 31(4): 100-109.
- Albuquerque, U.P.; Medeiros, P.M.; Almeida, A.L.S.; Monteiro, J.M.; Lins Neto, E.M.F.; Melo, J.G.; Santos, J.P. 2007. Medicinal plants of the caatinga (semi-arid) vegetation of NE Brazil: a quantitative approach. *Journal of Ethnopharmacology*, 114(3): 325–354.
- Almeida, H.A. 2025. *Resistência e resiliência de espécies de leguminosas à irregularidade hídrica da Caatinga*. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 234 p.
- Amaro, G. B.; Silva, D. M.; Marinho, A. G.; Nascimento, W. M. 2007. *Recomendações técnicas para o cultivo de hortaliças em agricultura familiar*. Embrapa Hortaliças, Distrito Federal, Brasil.
- Ament, A.; Kuchařová, A.; Vladejić, J.; Bělíček, J.; Brunoni, F.; Novák, O. 2025. Auxin-mediated seed germination and crosstalk with other phytohormones. *Frontiers in Plant Science*, 16: 1746472.
- Applequist, W. L.; Wagner, W. L.; Zimmer, E.A.; Nepokroeff, M. 2006. Molecular Evidence Resolving the Systematic Position of *Hectorella* (Portulacaceae). *Systematic Botany*, 31(2): 310-319.
- Arantes, C. R.A.; Correa, A. R.; Silva, A.M.P.; Pallaoro, D.S.; Camili, E.C.; Coelho, M.D.F.B. 2022. Germinação e armazenamento de sementes de *Talinum triangulare* (Jacq.) Willd. em diferentes ambientes. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 15(3): 1-18.
- Arantes, C.R.A.; Correa, A.R.; Silva, A.M.P.; Spiller, C.; Camili, E.C.; Coelho, M.D.F. B. 2021. Propagação vegetativa de *Talinum triangulare* em função de diferentes épocas de coleta, tipos de estacas e substratos. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 14(3): 1-17.
- Araújo, J.L.; Oliveira, F.A.; Silva, R.R. 2019. Produção de mudas de manjerição por estaquia utilizando diferentes tipos de propágulos. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 14(3): 412-418.
- Araújo, J.K.P.; Santos, D.F.D.; Araújo, J.S.O.D.; Silva, F.E.; Freire, Á.D.C.; Nicolau, J.P.B.; Araujo, P.C.D. 2025. Propagule age and adventitious rooting incuttings of *Cordia oncocalyx* (Allemao), a tropical dryforest tree. *Revista Árvore*, 49, e4930.

- Babalola, J.O.; Babarinde, N.A.; Popoola, O.A.; Oninla, V.O. 2009. Kinetic, equilibrium, and thermodynamic studies of the biosorption of Cd (II) and Pb (II) from aqueous solutions by *Talinum triangulare* (water leaf). *The Pacific Journal of Science and Technology*, 10(1): 428-438.
- Bannoud, F.; Bellini, C. 2021. Adventitious rooting in *Populus* species: update and perspectives. *Frontiers in Plant Science*, 12, 668837.
- Barbosa, E.L.A.; Ben, T.J.; Petranski, P.H.; Lena, B.P.; Lombardi, K.C.; Watzlawick, L.F.; Ávila, F.W. 2020. Fatores que influenciam o enraizamento de estacas de erva-mate (*Ilex paraguariensis*): uma revisão. *Research, Society and Development*. 9(6): e101963520.
- Baskin, Carol C.; Baskin, Jerry M. 2014. *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. 2. ed. San Diego: Academic Press.
- Bedane, G.M.; Gupta, M.L.; George, D.L. 2006. Optimum harvest maturity for guayule seed. *Industrial Crops and Products*, 24(1):26-33.
- Bespalhok, J.C.F.; Guerra, E.P.; Oliveira, R. 2014. Sistemas reprodutivos de plantas cultivadas. *Bespalhok F., JC; Guerra, EP; Oliveira, R. Melhoramento de Plantas*, 204: 11-18.
- Betemps, D.L.; Klein, J.; Freitas, E.M.; Souza, P.V.D. 2024. Influência da maturidade dos ramos na propagação vegetativa de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.). *Horticultura Brasileira*, 42(1): 45-52.
- Bewley, J. Derek; Bradford, Kent J.; Hilhorst, Henk W. M.; Nonogaki, Hiroyuki. 2013. *Seeds: physiology of development, germination and dormancy*. 3. ed. New York: Springer.
- Biondo, E.; Fleck, M.; Kolchinski, E.M.; Santanna, V. 2018. Diversity and potential use of unconventional food plants in the Taquari Valley, RS. *Revista Eletrônica Científica da UERGS*, 4(1): 61–90.
- Bitencourt, J.; Mayer, J.L.S; Zuffellato-ribas, K.C. 2007. Propagação vegetativa de Ginkgo biloba por alporquia. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, 9(2): 71-74.
- Botelho, S. M.; Gusmão, S. A. L.; Viegas, I. J. M.; Cheng, S. S. Recomendações de calagem e adubação para hortaliças. 2008. In: Brasil, E. C.; Cravo, M. S.; Viégas, I. J. M. (Eds). *Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará*. Vol.2. Embrapa, Distrito Federal, Brasília. p. 297-300.
- Brasil. 2015. *Alimentos regionais brasileiros*. Ministério da Saúde. Brasília, Brasil. 484 pp.
- Brasil. 2009. *Regras de análise para sementes*. Ministério da Agricultura, Brasília, Brasil. 395pp.

- Brasileiro, B. G., Dias, D. C. F. S., Casali, V. W. D., Bhering, M. C., & Cecon, P. R. 2010. Effects of temperature and pre-germinative treatments on seed germination of *Talinum triangulare* (Jacq.) Willd (Portulacaceae). *Revista Brasileira de Sementes*, 32(4), 151-157.
- Brasileiro, B.G. 2010. *Germinação e produção de compostos fenólicos em plantas de Talinum triangulare (Jacq.) Willd (Portulacaceae) tratadas com homeopatia*. Tese de doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. 123 pp.
- Caixeta, F.; Von Pinho, E.V.D.R.; Guimarães, R. M.; Pereira, P.H.A.R.; Catão, H.C.R.M.; Clemente, A.D.C.S. 2014. Determinação do ponto de colheita na produção de sementes de pimenta malagueta e alterações bioquímicas durante o armazenamento e a germinação. *Científica*, 42(2): 187-197.
- Campos, J.A.; Oliveira, N.J.F.; Chamba, J.S.V.; Colen, F.; Costa, C. A.; Silva Santos Filho, A. 2017. Brotação de ora-pro-nóbis em substrato alternativo de casca de arroz carbonizada. *Holos*, 7: 148-167.
- Cardoso, M.O. 1997. Cariru (*Talinum triangulare* Jacq wild). In: Cardoso, M. O. (Eds). *Hortaliças não-convencionais da Amazônia*. Vol. 1. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Distrito Federal, Brasília. p.39-45.
- Carrera-Castaño, G.; Calleja-Cabrera, J.; Pernas, M.; Gómez, L.; Oñate-Sánchez, L. 2020. An updated overview on the regulation of seed germination. *Plants*, 9(6): 703.
- Carvalho Júnior, W. G. O.; Melo, M. T. P.; Martins, E. R.; Pinto, J. E. B. P. 2009. Comprimento da estaca no desenvolvimento de mudas de *Lippia sidoides* Cham. *Revista Ciência Rural*, Santa Maria, Brasil, 39(8): 2199–2202.
- Carvalho, N.M.; Nakagawa, J. 2000. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. FUNEP, Jaboticabal. p.98-118.
- Castro, C.M.D.; Devede, A.C.P.; Salles, S.H.E. 2014. Avaliação da germinação, crescimento e produção de *Talinum paniculatum*. *V Congresso Latinoamericano de Agroecología-SOCLA*.
- Cavalcante, U.B. 2016. Qualidade de mudas de *Pereskia aculeata* Miller em resposta ao tipo de substrato e maturação fisiológica do ramo. Dissertação de mestrado. Instituto Federal Goiano. Morrinhos, Goiania. 29pp.
- Chagas, J.H.; Pinto, J.E.B.P.; Bertolucci, S.K.V.; Nalon, F.H. 2008. Produção de mudas de hortelã-japonesa em função da idade e de diferentes tipos de estaca. *Ciência Rural*, 38(8): 2157-2163.
- Coelho, A.A.O.; Giulietti, A.M. 2006. Flora da Bahia: Portulacaceae. *Sitientibus Série Ciências Biológicas*, 6(3): 182-193.
- Corado, P.I.S.A.; Lima, L. N. C.; Fontenelle, L. C. 2022.

O consumo de plantas alimentícias não convencionais para a promoção da segurança alimentar e nutricional e da cultura alimentar brasileira. *Segurança Alimentar e Nutricional*, Campinas, 29: 022016.

Corrêa, A.A.S. 2018. *Cozinhando com Panc*. Prefeitura de São José dos Campos, São Paulo, Brasil. 57pp.

Costa, C. J.; Meneghello, G.E.; Jorge, M.H.A.; Costa, E. 2021. The importance of physiological quality of seeds for agriculture. *Colloquium Agrariae*, 17(4): 102-119.

Costa, V.A.; Jorge, M.H.A.; Costa, E.; Castro, A.R.R.; Costa, M.L.N. 2016. Efeito de cortes de estacas e da presença de folhas na produção de mudas de *Mentha* sp. *Revista Brasileira de Biociências*, 14(2).

Copeland, L.O.; McDonald, M.B. 2001. *Principles of seed science and technology*. 4. ed. Boston: Kluwer Academic Publishers. 467pp.

Criscione, K.S.; Fields, J.S.; Owen Jr, J.S. 2022. Root exploration, initial moisture conditions, and irrigation scheduling influence hydration of stratified and non-stratified substrates. *Horticulturae*, 8(9), 826.

Cunha, A.L.B.; Chaves, F.C.M.; Batista, A.C.; Hidalgo, A.F. 2015. Propagação vegetativa de estacas de *Piper hispidum* Sw. em diferentes substratos. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, 17(4): 685-692.

Davies Junior, P.J. 2018. *Plant hormones: physiology, biochemistry and molecular biology*. Springer, Dordrecht, Países Baixos. 832pp.

Denaxa, N.K.; Vemmos, S.N.; Roussos, P.A. 2021. Shoot girdling improves rooting performance of kalamata olive cuttings by upregulating carbohydrates, polyamines and phenolic compounds. *Agriculture*, 11(1), 71.

Destailleur, A.; Poucet, T.; Cabasson, C.; Alonso, A.P.; Cocuron, J.C.; Lariat, R.; Dieuaide-Noubhani, M. 2021. The evolution of leaf function during development is reflected in profound changes in the metabolic composition of the vacuole. *Metabolites*, 11(12), 848.

Díaz-Sala, C. 2021. Adventitious root formation in tree species. *Plants*, 10(3), 486.

Durigon, J.; Madeira, N. R.; Kinupp, V. F. 2023. Plantas alimentícias não convencionais (PANC): da construção de um conceito à promoção de sistemas de produção mais diversificados e resilientes. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 18(1).

- Druege, U.; Hilo, A.; Pérez-Pérez, J. M.; Klopotek, Y.; Acosta, M.; Shahinnia, F.; Zerche, S.; Franken, P.; Hajirezaei, M. R. 2019. Molecular and physiological control of adventitious rooting in cuttings: phytohormone action meets resource allocation. *Annals of Botany*. 123(6):929–949.
- Druege, U. 2020. Overcoming physiological bottlenecks of leaf vitality and root development in cuttings: a systemic perspective. *Frontiers in Plant Science*, 11: 907.
- Embrapa. 1997. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro, RJ. 212 p.
- Embrapa. 2017. Hortaliças Não Convencionais – Hortaliças Tradicionais: Major-gomes. (<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1071175/hortalicas-naoconvencionais-hortalicas-tradicionais-major-gomes>). Acesso: 09/06/24.
- Eldridge, K; Davidson, J.; Hardwiid, C; Van W.Y.K.G. 1994. *Eucalypt domestication and breeding*. Oxford: Clarendon Press. 246pp.
- Fachinello, J.C.; Hoffmann, A.; Nachtigal, J.C. 2005. *Propagação de plantas frutíferas*. Embrapa informação tecnológica, Brasília. 221pp.
- Foladori-Invernizzi, S.; Maggioni, R.A.; Zuffellato-Ribas, K.C. 2021. Estado da arte da propagação vegetativa por estaquia de espécies arbustivo-arbóreas. *Revista Eletrônica Científica da UERGS*, 7(1): 50–63.
- Faleiro, F.G.; Junqueira, N.T.V.; Junghans, T.G.; Jesus, O.N.D.; Miranda, D.; Otoni, W.C. 2019. Avanços na propagação do maracujazeiro (*Passiflora* spp.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 41(2): e-155.
- Fonseca, M.D.S.; Freitas, T.A.S.; Jesus, J.A.; Souza, D.M.; Quintela, M.P. 2023. Ambientes de enraizamento para estacas e miniestacas: Estado da arte. *Revista Científica Intelletto*, 8.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2019. *The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture*. Disponível em: <https://www.fao.org/3/CA3129EN/CA3129EN.pdf>. Acesso: 22/04/2026.
- Felipe, C.R.P; Ribeiro, G.R. 2024. *Multiplificação de plantas por estaquia*. Emater, Goiás, Brasil.
- Felipe, C.R.P; Aires, T.P. 2024. *Multiplificação de plantas por alporquia*. Emater, Goiás, Brasil.
- Fernandes, K.H.P.; Mori, E.S.; Silva, M.R.; Pinto, C.S. 2008. Propagação vegetativa de aroeira-pimenteira (*schinus terebinthifolius raddi*). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 30(3): 853-856.

Ferrari, M.P.; Grossi, F.; Wendling, I. 2004. Propagação vegetativa de espécies florestais. *Embrapa Florestas*, 94:1-19.

Ferreira, Daniel Furtado. 2019. Sisvar: A Computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista brasileira de biometria*, 37 (4): 529-535. Disponível: <<http://www.biometria.ufla.br/index.php/BBJ/article/view/450>>. Acesso: 12/10/24.

Filgueira, F.A.R. 2013. *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 421pp.

Finch-Savage, W. E.; Bassel, G. W. 2016. Seed vigour and crop establishment: extending performance beyond adaptation. *Journal of experimental botany*, 67(3): 567-591.

Finch-Savage, W. E.; Footitt, S. 2017. Seed dormancy cycling and the regulation of dormancy mechanisms to time germination in variable field environments. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, 68(4): 843–856, 2017.

Fogaça, F.V. 2021. Diâmetro de estacas na propagação vegetativa de Lúpulo (*Humulus lupulus*). Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina, 12pp.

Foladori-Invernizzi, S.; Almeida Maggioni, R.; Zuffellato Ribas, K.C. 2021. Estado da arte da propagação vegetativa por estaquia de espécies arbustivo-arbóreas. *Revista Eletrônica Científica Da UERGS*, 7(1): 50-63.

Flora of Central Africa. 2024. *Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn. (<https://www.floredafriquecentrale.be/#/en/home>) Acesso: 10/09/24.

Flora de Nicarágua. 2024. *Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn. (<http://www.tropicos.org/projectwebportal.aspx?projectid=7&pagename=Home&langid=66>) Acesso: 10/09/24.

Flora of North American. 2024. *Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn. (http://www.efloras.org/flora_page.aspx?flora_id=1) Acesso: 10/09/24.

Flora de Panama. 2024. *Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn. (<http://legacy.tropicos.org/Name/26200178?projectid=4>) Acesso :10/09/24.

Flora of Thailand. 2024. *Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn. (<https://botany.dnp.go.th/eflora/floraspecies.html?tdcode=00459>) Acesso: 10/09/24.

Frazzetto, P.; Huarte, H. R.; Puglia, G. D.; Prjibelski, A.; Saini, S. S.; Giglio, V.; Dattilo, S.; Cristaudo, A. 2025. Light and Alternating Temperatures Release Seed Dormancy in the Invasive *Dipsacus fullonum* L. Through ROS Homeostasis and ABA Regulation. *Physiologia Plantarum*, 177(6), e70642.

- Gentil, D.F.O.; Ribeiro, W.G.; Torres, R.T.; Ascui, A.C.G. 2026. Características de estacas caulinares e do ambiente de enraizamento na produção de mudas de cariru (*Talinum fruticosum*). *Agri-Environmental Sciences*, 12, e026042.
- Gepts, P. 2023. Biocultural diversity and crop improvement. *Emerging Topics in Life Sciences*, 7(2):151-196.
- Gerage, A.C. 1980. *Efeitos da época de colheita na produção qualidade do grão e da semente em três cultivares de milho (Zea mays L.)*. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo. 107pp.
- Gil, A.C. 2017. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 6. ed. São Paulo: Atlas.
- Grolli, P.R. 2008. Propagação de plantas ornamentais. *Plantas ornamentais-aspectos para a produção. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo*, 2: 59-69.
- Hartmann, H.T.; Kester, D.E.; Davies Junior, F.T.; Geneve, R.L.; Wilson, S.B. 2018. *Plant propagation: principles and practices*. Pearson Education, New York, Estados Unidos. 1004pp.
- Hassemer, G. 2020. Talinaceae in Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. (<http://floradobrasil2020.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB604439>). Acesso: 31/05/ 2024.
- Hilhorst, H. W. 2007. Definitions and hypotheses of seed dormancy. *Annual Plant Reviews: Seed Development, Dormancy and Germination*, 27: 50-71.
- Instituto Nacional De Meteorologia (INMET). 2026. Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa. Brasília. (<https://bdmep.inmet.gov.br/>) Acesso: 15/01/2026.
- Junghans, T.G; Souza, A.S. 2013. *Aspectos Práticos da Micropropagação de Plantas*. Embrapa, Brasília, Brasil. 227pp.
- Jalil, J.E.V. 2010. *Produtividade de minicepas, enraizamento de miniestacas e crescimento de mudas de goiabeira*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes.119pp.
- Júnior, J.M. 2011. *Propagação sexuada e assexuada de saracura-mirá (Ampelozizyphus amazonicus Ducke-Rhamnaceae), em ambiente natural e viveiro, com quatro concentrações de Ácido Indol Butírico*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 62pp.
- Khatounian, C. A. 1994. *Produção de alimentos para consumo doméstico no Parana: caracterização e culturas alternativas*. Fundação instituto agronomico do parana. Londrina, Paraná, Brasil.193pp.

- Kinupp, V. F.; Lorenzi, H. 2014. *Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas*. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, Nova Odessa, São Paulo, Brasil. 768pp.
- Kinupp, V.F.; Barros, I.B.I.D. 2008. Teores de proteína e minerais de espécies nativas, potenciais hortaliças e frutas. *Food Science and Technology*, 28: 846-857.
- Klimešová, J.; Martínková, J.; Otte, A. 2018. Belowground plant functional traits: linking plant strategies to ecosystem processes. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 31(9): 2115-2126.
- Kumar, A.; Prasad, M.N.V. 2010. Propagation of *Talinum cuneifolium* L. (Portulacaceae), an ornamental plant and leafy vegetable, by stem cuttings. *Floriculture and Ornamental Biotechnology*, 4(1): 68-71.
- Lakehal, A.; Bellini, C. 2019. Control of adventitious root formation: insights into synergistic and antagonistic hormonal interactions. *Physiologia Plantarum*. 165(1):90–100.
- Lakitan, B.; Kartika, K.; Widuri, L.I.; Siaga, E.; Fadilah, L.N. 2021. Lesser-known ethnic leafy vegetables *Talinum paniculatum* grown at tropical ecosystem: Morphological traits and non-destructive estimation of total leaf area per branch. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 22(10): 4487-4495.
- Leakey, R.R.B. 2024. Revisiting phase change: ontogenetic and physiological ageing in vegetative propagation. *Trends in Horticulture*, 7(1).
- Lima, R.L.S.; Siqueira, D.L.; Weber, O.B.; Cazetta, J.O. 2006. Comprimento de estacas e substratos na propagação vegetativa de espécies frutíferas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, 10(2): 408–413.
- Lima, F.J F.; Mota, B. B.; Silva, M. C.; Melo, W. S.; Silva, M. C. 2025. Desempenho de mudas de espinafre da Amazônia em diferentes coberturas. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 18 (1): 1-11. DOI: 10.17765/2176-9168.2025v18e12390.
- Lira, L. V.; Batista Filho, M. 2021. Globalização, sistema alimentar e transição nutricional no Brasil. *Demetra: Alimentação, Nutrição & Saúde*, Rio de Janeiro, 16: 63180.
- Liu, J.; Zhang, Z.; Li, Y.; Han, J.; Si, H.; Mi, Y.; Wang, S.; Wei, X.; Yang, H.; Sun, Y., Li, Y. 2022. Effects of the vegetative propagation method on juvenility in *Robinia pseudoacacia* L. *Forestry Research*, 2:17.

- Lorenzi, H. 2000. *Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas*. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, Nova Odessa, São Paulo, Brasil. 608pp.
- Lestari, P.D.; Fajrisani, S., Manuhara, Y. S. W.; Gehasti, P. 2023. Optimization of *Talinum paniculatum* Gaertn. root induction and the effect of phosphate concentrations and ammonium: nitrate ratio on biomass of adventitious roots in vitro culture. *Biotropia*, 30(2): 137-146.
- Li, S.W. 2021. Molecular bases for the regulation of adventitious root generation in plants. *Frontiers in Plant Science*, 12, 614072.
- Lustosa Sobrinho, R.; Zoz, T.; Finato, T.; Oliveira, C.E.D.S.; Neto, S.S.D.O.; Zoz, A.; Elgawad, H. 2022. *Jatropha curcas* L. as a plant model for studies on vegetative propagation of native forest plants. *Plants*, 11(19): 2457.
- Madeira, N.R.; Botrel, N. 2022. *Talinum fruticosum* e *T. paniculatum*. In: Coradin, L.; Camillo, J.; Vieira, I.C.G. (Eds.). *Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Norte*. Ministério do meio ambiente, Distrito Federal, Brasília, p. 510-517.
- Madeira, N.R.; Silva, P.C.; Botrel, N.; Mendonça, J.L.; Silveira, G.S.; Pedrosa, M.W. 2013. *Manual de produção de hortaliças tradicionais*. Brasília, DF: Embrapa. 155 p.
- Maguire, J.D. 1962. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, 2(2):176–177.
- Medeiros, A.D.S. 2001. Aspectos de dormência em sementes de espécies arbóreas. *Embrapa Florestas. Circular técnica*, 55.
- Manuhara, Y.S.W.; Kristanti, A.N.; Utami, E.S.W.; Yachya, A. 2015. Effect of sucrose and potassium nitrate on biomass and saponin content of *Talinum paniculatum* Gaertn. hairy root in balloon-type bubble bioreactor. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 5(12):1027-1032.
- Marcos-Filho, J. 2015. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. 2.ed. Abrates, Londrina, PR, 660p.
- Marcos Filho, J.; Cícero, S.M.; Silva, W.R. 1987. Avaliação da qualidade das sementes. Piracicaba: FEALQ, 230p.
- Matilla, A.J. 2024. Current insights into weak seed dormancy and pre-harvest sprouting in crop species. *Plants*, 13(18):2559.
- Matiolli, C. C.; Soares, R. C.; Alves, H. L.; Abreu, I. A. 2022. Turning the knobs: the impact of post-

translational modifications on carbon metabolism. *Frontiers in plant science*, 12: 781508.

Mayer, N.A; Pereira, F.M; Nachtigal, J.C. 2002. Propagação de porta-enxertos de videira por estaquia: efeito do comprimento das estacas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 24(2): 496–498.

Menezes, F. D. A. B. 2020. *Planta alimentícia não convencional (PANC): caracterização de Talinum paniculatum (Jacq.) Gaertn.* Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil. 108pp

Ministério da Saúde. 2015. *Alimentos regionais brasileiros*. Vol. 2. Distrito Federal, Brasília, Brasil. 486pp.

Monteiro, C.A.; Cannon G. 2012. The impact of Transnational “BigFood” Companies on the South: a view from Brazil. *PLoS Medicine*, 9(7):1-5.

Moreira, H.J.C.; Bragança, H.B.N. 2011. *Manual de identificação de plantas infestantes - Hortifrúti*. São Paulo, Brasi. 1016pp.

Moura, M.C.F; Ribeiro, M.C.C; Benedito, C.P; Oliveira, G.L; Soares, S.R.F. 2009. Propagação vegetativa de liamba (*Vitex agnus castus*) por estaquia em diferentes substratos e proporções. *Revista Verde*, 4(3): 33-38.

Neves, T. D. S.; Carpanezzi, A. A.; Zuffellato-Ribas, K. C.; Marengo, R. A. 2006. Enraizamento de corticeira-da-serra em função do tipo de estaca e variações sazonais. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 41(1): 1699-1705.

Nyffeler, R.; Eggli U. 2010. Disintegrating Portulacaceae: A new familial classification of the suborder Portulacineae (Caryophyllales) based on molecular and morphological data. *Taxon*, 59(1): 227-240.

Odonne, G.; Bourdy, G.; Castillo, D.; Estevez, Y.; Lancha-Tangoa, A.; Alban-Castillo, J.; Estevez, Y.; Lancha-Tangoa, A.; Castillo, A.; Deharo, E.; Rojas, R.; Stien, D.; Sauvain, M. 2009. Ta'ta', Huayani: Perception of leishmaniasis and evaluation of medicinal plants used by the Chayahuita in Peru. *Journal of ethnopharmacology*, 126(1): 149-158.

Okechukwu, G.C.; Onyeonagu, C.C.; Asiegbu, J.E. 2014. Dry matter and fresh vegetable yields of waterleaf (*Talinum triangulare* Jacq.) influenced by plant spacing and organic manure rates. *International Journal of Agri Science*. 4(5): 283-292.

- Oliveira, A.P.; Santos, A.A.; Fontes, P.T.N.; Carnellosi, M.A.G.; Fagundes, J.L.; Oliveira Junior, L. F.G. 2021. Calcium particle film improves sweet potato growth and partitioning. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 51: e67814.
- Otiende, M.A.; Fricke, K.; Nyabundi, J.O.; Ngamau, K.; Hajirezaei, M.R.; Druege, U. 2021. Involvement of the auxin–cytokinin homeostasis in adventitious root formation of rose cuttings as affected by their nodal position in the stock plant. *Planta*, 254(4), 65.
- Padilha, A. F.; Pietrobelli, S. R.; Pereira, G. F.; Finatto, T.; Madeira, N. R.; Vargas, T. D. O. 2023. Análise bibliométrica da produção científica sobre plantas alimentícias não convencionais. *Interações (Campo Grande)*, 24(2): 427-443.
- Peixoto, P.H.P. 2017. Propagação das plantas: Princípios e práticas. *Universidade Federal de Juiz de Fora*. Juiz de Fora, Minas Gerais. 107pp.
- Pereira, O. L.; Barreto, R. W.; Bezerra, J. L. 2003. *Cercospora talini* em *Talinum patens* no Brasil. *Fitopatologia Brasileira*, 28: 205-205.
- Pessoa, Â.M.S.; Santos, Â.G.; Ribeiro, M.L.F.; Silva-Mann, R. 2012. Influência da maturação de frutos na germinação, vigor e teor de óleo de sementes de *Jatropha curcas* L. *Scientia Plena*, 8(7):1-11.
- Peske, S.T.; Villela, F.A.; Meneghello, G. E. 2012. *Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos*. 3. ed. Pelotas: Editora Universitária/UFPel. 573 p
- Pimentel, A. A. M. P. 1985. Caruru. In: Pimentel, A.A.M.P. (Eds). *Olericultura no tropico umido: hortalias na Amazonia*. Agronomica Ceres, Sao Paulo, Brasil. p.191-196.
- Pio Corrêa, M. 1926. *Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas* Vol. I. Ministério da Agricultura/IBDF, Rio de Janeiro, Brasil.
- Proctor, C.A.; Gaussoin, R.E.; Reicher, Z.J. 2011. Vegetative reproduction potential of common purslane (*Portulaca oleracea*). *Weed technology*, 25(4), 694-697.
- Purbajanti, E.D.; Setyawati, S.; Kristanto, B.A. 2019. Growth, HerbageYield and Chemical Composition of *Talinum Paniculatum* (Jacq.). *Indian Journal of Agricultural Research*, 53(6), 741-744.
- Raihan, T.; Geneve, R.L.; Perry, S.E.; Rodriguez Lopez, C.M. 2021. The regulation of plant vegetative phase transition and rejuvenation: miRNAs, a key regulator. *Epigenomes*, 5(4): 24.

- Rapaka, V.K.; Faust, J.E.; Dole, J.M.; Runkle, E.S. 2007. Diurnal carbohydrate dynamics affect postharvest ethylene responsiveness in portulaca (*Portulaca grandiflora* ‘Yubi Deep Rose’) unrooted cuttings. *Postharvest biology and technology*, 44(3): 293-299.
- Reis, L.F.D.; Cerdeira, C.D.; Paula, B.F.; Silva, J.J.D.; Coelho, L.F.; Silva, M.A.; Alves-Da-Silva, G. 2015. Caracterização química e avaliação das atividades antibacteriana, antifúngica, antimicobacteriana e citotóxica de *Talinum paniculatum*. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 57(5) :397-405.
- Ribeiro, G.D.; Costa, J.N.M.; Vieira, A.H.; Santos, M.R.A.D. 2005. Enxertia em fruteiras. *Embrapa*, Recomendações técnicas, 92. Porto velho, Brasil 8pp.
- Rock, R.R., An, S.K.; Kim, J. 2022. Optimum moisture conditions for English lavender cuttings are drier for root development than shoot development. *Horticulturae*, 8(8): 753.
- Sales, T.S.; Andrade, V.C.D.; Azevedo, A.M.; Santos, M.A.V.; Melo, S.G.F.D.; Nery, M.C. 2022. Tetrazolium test to assess the viability of kale seeds. *Journal of Seed Science*, 44: e202244033.
- Santana, D.G.; Ranal, M. 2004. *Análise da germinação: um enfoque estatístico*. Universidade Federal de Uberlândia. Minas Gerais, Brasil. 247pp.
- Santos, E.R.; Gentil, D.F.O. 2015. Propagação de jambu por estaquia. *Comunicata Scientiae*, 6(1), 26-32.
- Santos, I.C.; Silva, A.F.; Carvalho, E.R.O. 2016. Beldroega, bertalha-coração, capiçoba, caruru, maria-gorda: plantas espontâneas comestíveis. In: Santos, I.C.; Pedrosa, M.W. (Eds). *Hortaliças não convencionais folhosas*. Vol. 37. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. p.75-84.
- Silva, W. F. M.; Sousa, I. B.; Ramos, B. C. Z.; Santos, A. S. 2022. Plantas alimentícias não convencionais: investigação sobre conhecimento e consumo na região de Brasília-DF. *Research, Society and Development*, 11(9):1-13.
- Silva, M.C.; Oliveira, R.V.; Mota, B.B.; Silva, M.C.; Ferreira, R.L.F. 2023. Qualidade de mudas de espinafre da Amazônia (*Alternanthera sessilis* L.) propagadas por estacas. *Scientia Naturalis*, 5(1).
- Silva Liberato, P.; Lima, D.V.T.; Silva, G. M. B. 2019. PANCs-Plantas alimentícias não convencionais e seus benefícios nutricionais. *Environmental smoke*, 2(2): 102-111.

- Solim, M.H.; Manuhara, Y.W. 2016. Biomass production of root and shoot of *Talinum paniculatum* Gaertn. by Liquid and solid MS medium with plant growth hormone IBA. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*, 1(2):85-91.
- Souza, J.D., de Souza Aguiar, B.A.; Santos, D.M.; Araujo, V.K.R.; Simões, J.A.; Andrade, J.R.; Lima Araújo, E. 2020. Dynamics in the emergence of dormant and non-dormant herbaceous species from the soil seed bank from a Brazilian dry forest. *Journal of Plant Ecology*, 13(3), 256-265.
- Souza, A.B.; Carvalho, A.C.L.C; Sousa, B.S.; Machado, C.C.; Silva, T.P.; Rodrigues L.A.; Oliveira, L.E.S.; Mendonça, L.R.L.; Barros, M.G.S.; Nascimento, G.A.; Silva M.V.B.; Capitó, M.S.; Gomes, M.H.M.S.; Pereira, J.M.S.; Chagas, C.L. 2025. Globalização e mudanças nos padrões alimentares: impactos socioculturais e nutricionais. *ARACÊ – Revista de Estudos Socioambientais*, 7(1): 16725-16741.
- Steele, E. M.; Rauber, F.; Costa, C.D.S.; Leite, M. A.; Gabe, K.T.; Louzada, M.L.D.C.; Monteiro, C.A. 2020. Mudanças alimentares na coorte NutriNet Brasil durante a pandemia de covid-19. *Revista de Saúde Pública*, 54:91.
- Stuepp, C.A.; Wendling, I.; Xavier, A.; Zuffellato-Ribas, K.C. 2018. Propagação vegetativa e aplicação da silvicultura clonal em espécies arbóreas nativas do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasil.
- Sulistiono, S.; Santoso, A.M. 2017. *Talinum paniculatum* (Jacq) Gaertn (Java ginseng) production using Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal. *International Journal of Applied Biology*, 1(2): 76-81.
- Suriani, N.L.; Suprpta, D.N.; Suarsana, I.N.; Resiani, N.M.D.; Perveen, K.; Bukhari, N. A.; Sayyed, R.Z. 2024. Biopotential of rhizobacteria to improve growth and phytochemical content in Javanese ginseng (*Talinum paniculatum*) herbal plant. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8:1384700.
- Taiz, L.; Zeiger, E.; Moller, I. M.; Murphy, A. 2017. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6 ed. Artmed, Porto Alegre, Brasil. 888pp.
- Tavares, I.B.; Momenté, V.G.; Barreto, H.G.; Castro, H.G.D.; Santos, G.R.D.; Nascimento, I.R.D. 2012. Tipos de estacas e diferentes substratos na propagação vegetativa da erva cidreira (quimiotipos I, II e III). *Biosci. j.(Online)*, 206-213.
- Thanamool, C.; Papirom, P.; Chanlun, S.; Kupittayanant, S. 2013. *Talinum paniculatum* (Jacq.) Gertn: planta medicinal com potencial atividade estrogênica em ratas ovariectomizadas. *Internacional J. Farmacêutica. Farmacêutico. Ciência*, 5 (2): 478-485.
- Tolouei, S.E.L.; Palozi, R.A.C.; Tirloni, C.A.S.; Marques, A.A.M.; Schaedler, M.I.; Guarnier, L.P.; Junior, A.G. 2019. Ethnopharmacological approaches to *Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn.-

- Exploring cardiorenal effects from the Brazilian Cerrado. *Journal of ethnopharmacology*, 238: 111873.
- Tropicos. 2024. Jardim Botânico do Missouri. (<https://tropicos.org>). Acesso: 06/06/24.
- Tropicos. 2024. Missouri Botanical Garden. (<http://www.tropicos.org/Name/26200178>). Acesso: 30/08/2024.
- Valerio, R.; Ramírez, N. 2003. Depresión exogámica y biología reproductiva de *Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertner (Portulacaceae). *Acta Botánica Venezuelica*, 26(2):111-124.
- Verdin, S.; Geraldine, N. 2022. Beldroegão (*Talinum paniculatum*). In: Witt, N.G.P.M.; Bertoti, J.A.Q.; Lara, M.M.; Benvenuti, C.D.A.S.; Silva, R.A.G.; Machado, D.P. (Eds). *Pancs Soberania alimentar*. Vol. 1. Editora Escolha Certa, Curitiba, Paraná. P. 13-30.
- Veierskov, B. Relations between carbohydrates and adventitious root formation. In: DAVIS, T. D.; Haissig, B.E.; Sankhla, N. (ed.). *Adventitious Root Formation in Cuttings*. Portland: Dioscorides Press, 1988. p. 70–78.
- Vilasboa, J.; Costa, C.T.; Fett-Neto, A.G. 2022. Environmental modulation of mini-clonal gardens for cutting production and propagation of hard-and easy-to-root *Eucalyptus* spp. *Plants*, 11(23): 3281.
- Wang, Z.; Baskin, J. M.; Baskin, C. C.; Liu, G.; Ye, X.; Yang, X.; Huang, Z. 2024. Soil salinity regulates spatial-temporal heterogeneity of seed germination and seedbank persistence of an annual diaspore-trimorphic halophyte in northern China. *BMC Plant Biology*, 24(1): 604.
- Wen, Z., Lu, X., Wen, J., Wang, Z.; Chai, M. 2024. Physical seed dormancy in legumes: Molecular advances and perspectives. *Plants*, 13(11): 1473.
- Wendling, I. 2003. *Propagação vegetativa*. Embrapa Florestas, Colombo, Paraná.
- Wei, Y.; Wang, S.; Yu, D. 2023. The role of light quality in regulating early seedling development. *Plants*, 12(14), 2746.
- Wezel, A.; Herren, B.G.; Kerr, R.B.; Barrios, E.; Gonçalves, A.L.R.; Sinclair, F. 2020. Agroecological principles and elements and their implications for transitioning to sustainable food systems. A review: Agroecological principles and elements and their implications for transitioning to sustainable food systems. A review. *Agronomy for sustainable development*, 40(6): 40.
- WFO. 2024. *Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn. (<http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000454617>). Acesso: 18/09/2024.

Widodo, S.O.W.; Faizal, A.; Melani, L. 2024. The influence of chitosan on plant growth and β -sitosterol content in adventitious roots of *Talinum paniculatum* in NFT hydroponic cultivation system. *Current Research on Biosciences and Biotechnology*, 5(2):5-11.

Xavier, A.; Wendling, I.; Silva, R.L. 2013. Silvicultura clonal: princípios e técnicas. 2.ed. Viçosa: Editora UFV. 279p

Xu, X. 2024. Advances in studies on adventitious root formation determined by juvenility and auxin in plants. *Acta Horticulturae*. 1401:83–86.

Yachya, A.; Kristanti, A.N.; Manuhara, Y.S.W. 2024. Evaluation of Temperature Stress Under Different Hydroponic Systems on Growth and Saponin Content of *Talinum paniculatum* Gaertn. Cuttings. *Journal of Tropical Biodiversity & Biotechnology*, 9(2).