



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAPÁ
CAMPUS AGRÍCOLA PORTO GRANDE
BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA

JOELI SALES DA SILVA

**ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE PITAYA (*Hylocereus costaricensis*) SOB
DIFERENTES SUBSTRATOS**

PORTO GRANDE – AP

2025

JOELI SALES DA SILVA

**ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE PITAYA (*Hylocereus costaricensis*) SOB
DIFERENTES SUBSTRATOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônômica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá - IFAP, *Campus* Agrícola Porto Grande, como requisito avaliativo para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Me. Breno Henrique Pedroso de Araújo
Coorientador: Hedilberto Carmo de Lima

PORTO GRANDE – AP

2025

Biblioteca Institucional - IFAP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S586e Silva, Joeli Sales da
Enraizamento de estacas de pitaya (*Hylocereus costaricensis*) sob diferentes substratos. / Joeli Sales da Silva - Porto Grande, 2025.
41 f.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Campus Porto Grande, Bacharelado em Engenharia Agrônoma, 2025.

Orientador: Me. Breno Henrique Pedroso de Araújo.
Coorientador: Hedilberto Carmo de Lima.

1. Desenvolvimento radicular. 2. Substratos. 3. Mudanças vigorosas. I. Araújo, Me. Breno Henrique Pedroso de, orient. II. Lima, Hedilberto Carmo de, coorient. III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica do IFAP
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

JOELI SALES DA SILVA

**ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE PITAYA (*Hylocereus costaricensis*) SOB
DIFERENTES SUBSTRATOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônoma do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá - IFAP, *Campus* Agrícola Porto Grande, como requisito avaliativo para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônoma.

BANCA EXAMINADORA

Orientador, Prof. Me. Breno Henrique Pedroso de Araujo - Presidente
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá – IFAP

Profa. Ma. Luana Lima dos Santos – Examinador Interno
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá – IFAP

Profa. Dra. Leonita Beatriz Girardi - Examinador Interno
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá – IFAP

Hellen Patrícia Lemos Cordovil – Examinador Externo
Engenheira Agrônoma e Mestranda em Agronomia (Ciência do solo) na Universidade
Estadual Paulista – Unesp/FCAV

APROVADO EM: 15/12/2025

NOTA: 9,0

Dedico este trabalho à minha família, pelo amor, apoio incondicional e pela força que sempre me impulsionou a seguir em frente.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, pela força, proteção e sabedoria concedidas ao longo de toda esta caminhada, sustentando-me nos momentos de maior dificuldade e guiando-me com fé e determinação.

Aos meus pais, Josué Costa e Lindocléa Sales, pelo amor incondicional, incentivo contínuo e pelos valores que me conduziram até aqui. Aos meus irmãos, em especial à minha irmã Maeli Sales, pela compreensão, apoio e encorajamento constantes.

Ao meu namorado Rômulo Nascimento, pelo companheirismo, apoio emocional e incentivo ao longo de toda a trajetória.

Ao meu orientador, Prof. Breno Henrique Pedroso de Araújo, pela orientação, dedicação e pelas valiosas contribuições científicas e acadêmicas. Ao meu coorientador, Hedilberto Carmo de Lima, pela disponibilidade, pelo acompanhamento atento e pelas importantes orientações fornecidas durante todas as etapas deste trabalho.

Aos amigos Hellen Cordovil, Thaíse Leite e Alessandro Henrique, pela amizade, colaboração, auxílio em momentos cruciais e por contribuírem de forma significativa para o desenvolvimento desta pesquisa.

E a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização e conclusão deste estudo, deixo expressa minha sincera gratidão. Cada gesto, palavra e apoio recebido foram essenciais para que este trabalho se concretizasse.

Entrega o teu caminho ao Senhor; confia n'Ele, e Ele tudo fará.
Salmos 37:5

O sucesso nasce do querer, da determinação e da persistência em se chegar a um objetivo.
Napoleon Hill

Aquele que não vê maravilhas na planta, desconhece a essência da vida.
Charles Darwin

RESUMO

A pitaya (*Hylocereus spp.*) é uma cactácea de elevado valor comercial, destacando-se pela rusticidade, adaptação a diferentes condições climáticas e crescente demanda no mercado. Seu cultivo tem se expandido devido ao baixo custo inicial e à facilidade de propagação por estacas. Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi avaliar o enraizamento de estacas de pitaya (*Hylocereus costaricensis*) sob diferentes substratos. O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Instituto Federal do Amapá (IFAP), *Campus* Agrícola Porto Grande, utilizando delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos e 15 repetições. Foram analisados parâmetros como comprimento da raiz, massa fresca da raiz, massa seca da raiz, número de cladódios (brotações) e massa fresca total dos cladódios. Os resultados demonstraram que o substrato Terra Preta + Areia Lavada apresentou o maior acúmulo radicular (28,27 g), seguido pela Terra Preta 100% (23,09 g) e pela mistura Terra Preta + Cama Aviária (23,6 g), enquanto os tratamentos com menor porosidade registraram os menores valores de crescimento. Conclui-se que a composição física dos substratos exerce influência direta sobre o enraizamento de estacas de *Hylocereus costaricensis*, destacando o desempenho superior de misturas com maior aeração e drenagem. Tornam-se necessários estudos adicionais envolvendo outras proporções de substratos e diferentes condições de cultivo, visando ampliar o entendimento sobre as exigências da espécie.

Palavras-chave: Fruta exótica; Desenvolvimento radicular; Cama aviária; Fruta-do-dragão.

ABSTRACT

Pitaya (*Hylocereus* spp.) is a cactus of high commercial value, standing out for its hardiness, adaptation to different climatic conditions, and growing market demand. Its cultivation has expanded due to the low initial cost and ease of propagation by cuttings. In this context, the objective of this study was to evaluate the rooting of pitaya (*Hylocereus costaricensis*) cuttings under different substrates. The experiment was conducted in a greenhouse at the Federal Institute of Amapá (IFAP), Porto Grande Agricultural Campus, using a completely randomized design (CRD), with four treatments and 15 repetitions. Parameters such as root length, root fresh mass, root dry mass, number of cladodes (shoots), and total fresh mass of cladodes were analyzed. The results demonstrated that the Black Earth + Washed Sand substrate showed the highest root accumulation (28.27 g), followed by 100% Black Earth (23.09 g) and the Black Earth + Poultry Litter mixture (23.6 g), while the treatments with lower porosity registered the lowest growth values. It is concluded that the physical composition of the substrates directly influences the rooting of *Hylocereus costaricensis* cuttings, highlighting the superior performance of mixtures with greater aeration and drainage. Further studies involving other substrate proportions and different growing conditions are necessary to broaden the understanding of the species' requirements.

Keywords: Exotic fruit; Root development; Poultry litter; Dragon fruit.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Representação ilustrativa do fruto de pitaya vermelha (*Hylocereus costaricensis*). 13
- Figura 2** - Representação de planta de pitaya (*Hylocereus sp.*) conduzida em estaca, evidenciando o tutoramento, a formação dos frutos e a emissão de raízes adventícias. 17
- Figura 3** - Plantio de cladódios de pitaya (*Hylocereus sp.*) em unidade experimental contendo terra preta. 21
- Figura 4** - Sacos de cultivo preenchidos com areia lavada utilizada como substrato base no preparo das unidades experimentais para enraizamento de estacas de pitaya. 24
- Figura 5** - Local da condução experimental localizada no município de Porto Grande, Instituto Federal do Amapá (IFAP), Campus Agrícola Porto Grande. 25
- Figura 6** - Preparo e tratamento das estacas de pitaya para implantação em casa de vegetação no município de Porto Grande, Instituto Federal do Amapá (IFAP), Campus Agrícola Porto Grande. 26
- Figura 7** - Representação esquemático utilizado no estudo, mostrando os tratamentos e as repetições adotadas. 27
- Figura 8** - Coleta dos dados experimentais. Comprimento da raiz (a), número de cladódios (b), massa seca do sistema radicular (c) de estacas de pitaya cultivadas em casa de vegetação, no município de Porto Grande, Amapá, Brasil. 28
- Figura 9** - Comprimento médio das raízes de estacas de pitaya (*Hylocereus costaricensis*) cultivadas em diferentes substratos em casa de vegetação do Instituto Federal do Amapá, IFAP, Campus Agrícola Porto Grande. 29
- Figura 10** - Massa fresca média das raízes de estacas de pitaya sob diferentes substratos utilizados no enraizamento 29
- Figura 11** - Massa seca média das raízes formadas em estacas de pitaya submetidas aos diferentes tratamentos de substratos. 30
- Figura 12** - Número médio de brotações emitidas por estacas de pitaya cultivadas nos quatro tipos de substratos testados. 32
- Figura 13** - Massa fresca total dos cladódios desenvolvidos nas estacas de pitaya em função dos diferentes substratos avaliados. 33

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
IFAP	Instituto Federal do Amapá
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 Geral	12
2.2 Específicos	12
3 REFERÊNCIAL TEÓRICO	13
3.1 A cultura da pitaya	13
3.1.1 Importância socioeconômica da pitaya	14
3.1.2 Características botânicas e agronômicas da pitaya	16
3.1.3 Propagação por estaquia	18
3.1.4 Substratos usados na propagação de pitaya	19
<i>3.1.4.1 Terra preta</i>	21
<i>3.1.4.2 Esterco de caprino</i>	22
<i>3.1.4.3 Cama aviária</i>	22
<i>3.1.4.4 Areia lavada</i>	23
4 MATERIAL E MÉTODOS	25
4.1 Descrição do local de estudo	25
4.2 Aquisição, preparo e tratamento das estacas	25
4.3 Delineamento experimental	27
4.4 Variáveis analisadas	27
4.5 Análise estatística	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
6 CONCLUSÕES	34
REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

A pitaya (*Hylocereus costaricensis*), também conhecida como fruta-do-dragão, é uma cactácea de hábito trepador originária das regiões tropicais da América Central e amplamente difundida em países da América Latina e do Sudeste Asiático (Verona-Ruiz; Urcia-Cerna; Paucar-Menacho, 2020). Nos últimos anos, a cultura tem ganhado expressiva visibilidade no mercado brasileiro, impulsionada não apenas pelo aspecto exótico de seus frutos, mas também pelo crescente interesse dos consumidores por alimentos considerados funcionais (Boiago; Oliveira, 2021; Silva, 2014).

A polpa avermelhada da espécie destaca-se pelo elevado teor de compostos bioativos, como as betalainas, antioxidantes naturais associados à prevenção de doenças crônicas e à melhoria da qualidade nutricional da dieta (Lakshmeshwara *et al.*, 2024; Shah *et al.*, 2023; Le Bellec; Vaillant; Imbert, 2006). Esses atributos, somados ao bom desempenho pós-colheita e à expansão das redes de comercialização, tornam a pitaya uma frutífera promissora no cenário agrícola nacional (Silva, 2014).

Do ponto de vista agrônomo, a cultura apresenta características que a diferenciam de outras frutíferas tropicais, sobretudo por sua rusticidade e capacidade de adaptação a ambientes de maior estresse hídrico e térmico (Wakchaure, 2020). Trata-se de uma espécie que tolera solos pobres, apresenta metabolismo fotossintético do tipo CAM e possui ciclo produtivo relativamente rápido, permitindo retorno econômico em curto prazo (Lakshmeshwara *et al.*, 2024; Wakchaure, 2020; Pinheiro; Ferreira, 2015).

Esses fatores têm despertado o interesse de pequenos, médios e até grandes produtores que buscam alternativas rentáveis de diversificação agrícola, especialmente em regiões com limitações climáticas ou baixa disponibilidade hídrica (Wakchaure, 2020; Sanoamuang 2019). Entretanto, a expansão das áreas cultivadas evidencia desafios técnicos que podem comprometer a uniformidade dos pomares e a longevidade produtiva das plantas, entre eles a carência de mudas de qualidade superior e a falta de protocolos consolidados para sua propagação (Hymbai *et al.*, 2025).

A multiplicação da pitaya é realizada predominantemente por estacas, técnica amplamente utilizada por garantir a manutenção das características genéticas da planta matriz, acelerar o início do ciclo produtivo e facilitar a padronização das áreas de cultivo (Le Bellec; Vaillant; Imbert, 2006; Fachinello *et al.*, 1995). Apesar dessas vantagens, a eficiência do enraizamento depende de forma direta tanto do estado fisiológico da estaca quanto das condições físicas, químicas e biológicas oferecidas pelo substrato (Clark; Zheng, 2020).

A etapa inicial do desenvolvimento radicular é especialmente sensível, e qualquer desequilíbrio hídrico, baixa aeração ou excesso de compactação pode comprometer a formação de raízes adventícias (Hymbai *et al.*, 2025). Nessas condições, as mudas apresentam menor vigor, dificultam o pegamento após o transplante e elevam os custos de formação do viveiro.

Assim, a escolha adequada do substrato constitui um dos fatores críticos para o sucesso da propagação vegetativa (Oliveira *et al.* 2022). Substratos com baixa porosidade, drenagem insuficiente ou retenção de água inadequada criam microambientes desfavoráveis, aumentando o risco de podridão, reduzindo a oxigenação radicular e retardando o crescimento das estacas. Em contrapartida, materiais bem estruturados, com boa capacidade de retenção hídrica e ao mesmo tempo alta permeabilidade ao ar, favorecem o enraizamento e a formação de sistemas radiculares mais densos e funcionais (Oliveira *et al.* 2022).

Diante disso, estudos que avaliem o enraizamento de estacas de *Hylocereus costaricensis* em diferentes substratos tornam-se essenciais para fornecer recomendações técnicas mais precisas, visando aprimorar a produção de mudas, reduzir perdas e aumentar a eficiência de implantação dos pomares comerciais.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar o enraizamento de estacas de pitaya (*Hylocereus costaricensis*) sob diferentes substratos.

2.2 Específicos

- Caracterizar o desenvolvimento radicular das estacas nos diferentes substratos.
- Quantificar a biomassa radicular produzida em cada substrato, por meio da determinação da massa fresca e da massa seca das raízes formadas.
- Identificar o substrato que resulta no maior potencial de formação de mudas vigorosas, considerando padrões desejáveis para o transplântio.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A cultura da pitaya

A pitaya, também conhecida como fruta-dragão, é uma cultura exótica pertencente à família Cactaceae, incluindo gêneros como *Hylocereus* e *Selenicereus* que vem ganhando espaço na fruticultura devido à sua aparência diferenciada, sabor adocicado e alto valor de mercado (Figura 1) (Belbase; Bhaskar, 2025; Lakshmeshwara *et al.*, 2024).

Do ponto de vista produtivo, a cultura é caracterizada por um manejo de suporte tutorado que permite otimizar o uso do espaço vertical e reduzir perdas por contato dos cladódios com o solo, prática importante para obter uniformidade e facilitar colheita e condução (Arredondo *et al.*, 2022). Em sistemas familiares e de pequena propriedade, a pitaya tem sido adotada como alternativa de diversificação por requerer baixo investimento inicial em mudas quando a propagação por estacas é bem conduzida (Santos; Pio; Faleiro, 2022).

Figura 1. Representação ilustrativa do fruto de pitaya vermelha (*Hylocereus costaricensis*).



Fonte: IA Generativa, elaborada pela autora (2025).

As exigências da pitaya são relativamente moderadas, pois prefere climas quentes a subtropicais com boa luminosidade, solo com drenagem adequada e regime hídrico controlado (sistemas de irrigação por gotejamento são comumente recomendados) (Souza *et al.*, 2022). Entretanto, as expressivas variações edafoclimáticas entre as diferentes regiões brasileiras demandam o estabelecimento de protocolos regionais de manejo e propagação, de modo a ajustar práticas culturais às condições específicas de solo e clima (Souza *et al.*, 2022; Corte 2019).

Em termos de pesquisa aplicada, os esforços concentram-se em padronizar métodos de estaquia, definir substratos com bom balanço de aeração/retenção de água, e avaliar tratamentos enraizadores (químicos e naturais) que otimizem taxa e qualidade do enraizamento, visando reduzir tempo de produção de mudas e aumentar uniformidade (Oliveira *et al.* 2022).

Além disso, a pitaya insere-se em cadeias de valor que extrapolam o fruto in natura: a indústria de alimentos tem interesse em corantes naturais (betalaínas), polpas e ingredientes funcionais, que ampliam as oportunidades de agregação de valor ao produtor (Lakshmeshwara *et al.*, 2024; Shah *et al.*, 2023).

Diante dessas características, a estratégia de pesquisa aplicada para a cultura tem priorizado a fase inicial da cadeia produtiva na produção e qualidade de mudas justamente porque melhores mudas reduzem perdas e aumentam produtividade e rentabilidade.

3.1.1 Importância socioeconômica da pitaya

A cultura consolidou-se como um produto de alto valor de mercado no cenário global por combinar apelo de fruto exótico com múltiplos usos industriais (Chen *et al.*, 2024).

Países como Vietnã, China, Indonésia, México e Filipinas lideram produção e comércio, transformando a fruta em importante item de exportação em regiões tropicais e subtropicais (Chen *et al.*, 2024; Paull; Chen, 2019; FFTC, 2018). Esse movimento foi impulsionado por crescente demanda do mercado por alimentos funcionais e exóticos e pela expansão de cadeias de processamento que elevam a vida útil e agregam valor (Boiago; Oliveira, 2021; Silva, 2014).

Economicamente, a pitaya tem duas características que explicam sua atratividade: preço de mercado relativamente elevado frente a frutas convencionais e possibilidade de colheitas distribuídas ao longo do ano, o que gera fluxo de caixa contínuo para o produtor (FFTC, 2018).

Em países exportadores, a fruta passou a compor portfólios agrícolas voltados à geração de divisas; no Vietnã, por exemplo, a pitaya tornou-se uma das principais frutas de exportação em determinadas regiões (FFTC, 2018). Entretanto, o aumento da produção mundial também tem pressionado preços e exigido maior atenção a qualidade e requisitos fitossanitários dos mercados de destino (Dung *et al.*, 2025).

Do ponto de vista de cadeia de valor, a principal fonte de agregação de renda está no processamento e na exportação: países com infraestrutura de pós-colheita conseguem prolongar o período de comercialização, entrar em mercados distantes e obter margens maiores (Tarte *et al.*, 2023).

Paralelamente, mercados internos em países desenvolvidos (EUA, UE, Japão) ampliaram demanda por fruta fresca e processada, estimulando exportações de países tropicais. O crescimento global, porém, é desigual enquanto produtores de larga escala conseguem competir em preço e logística, pequenos produtores ainda necessitam de arranjos coletivos (Chuyen; Nga; Khiem, 2025).

No Brasil, a pitaya tem se destacado como cultura de valor agregado e perfil comercial promissor. Dados do Censo Agropecuário 2017 indicam produção nacional de aproximadamente 1.493 toneladas (IBGE 2017; Nunes *et al.*, 2014).

O Censo 2017 mostra ainda que o Estado de São Paulo era o maior produtor naquele ano ($\approx 516,2$ t; $\sim 34,6\%$ do total nacional), seguido por Santa Catarina ($\approx 328,5$ t) e Minas Gerais ($\approx 185,9$ t). O Pará ocupava posição relevante ($\approx 156,4$ t; $10,5\%$ do total), concentrado em poucos municípios como Tomé-Açu (IBGE, 2017). Esses dados evidenciam que a produção não é homogênea: enquanto algumas unidades federativas já estruturaram canais de comercialização e agregação, outras ainda dependem de mercado local e têm produtores em fase de adoção da cultura (Fróes Junior *et al.*, 2019).

Estudos econômicos regionais mostram que a pitaya pode responder por parcela significativa da renda de agricultores familiares e de médias propriedades quando há organização técnica, acesso ao crédito e mercados (Goulart Junior; Reiter; Silva, 2023).

Na Região Norte do Brasil, especialmente no estado do Pará, a pitaya apresenta significativo potencial socioeconômico por combinar adaptabilidade local com oportunidades de agregação de renda em pequenas propriedades. Tomé-Açu é reconhecido como importante polo produtor e estudos de viabilidade realizados na região mostram que sistemas de produção (convencionais e fertirrigados) podem apresentar retorno econômico quando há organização e acesso a mercados (Loureiro *et al.*, 2020; Fróes Junior *et al.*, 2019; Sato *et al.*, 2014).

No Pará, pesquisas locais também relatam bons rendimentos de polpa e aceitação de mercado para a fruta, o que favorece o processamento regional (por exemplo, produção de polpa e suco), bem como a comercialização para centros consumidores nas regiões Norte e Sudeste (Silva *et al.*, 2020).

Entretanto, apesar da proximidade a mercados regionais e de circuitos de venda local, há limitações: a falta de infraestrutura de refrigeração e embalagens adequadas dificulta a comercialização da fruta fresca para destinos mais distantes. Para contornar essas barreiras, o fortalecimento de agroindústrias de pequeno porte e a formação de arranjos cooperativos são apontados na literatura como estratégias viáveis para aumentar as margens de lucro e formalizar a cadeia local (Silva *et al.*, 2020; Pires; Lima, 2018).

Além do aspecto econômico, o impacto social da pitaya na região é significativo, pois ela pode ser cultivada em quintais ou pequenas áreas, demandando investimento inicial relativamente baixo se comparada a outras fruticulturas convencionais, o que facilita a inclusão de famílias rurais.

Todavia, para que esse potencial econômico e social se concretize de maneira mais ampla, é imprescindível investir em pesquisa aplicada, na infraestrutura de pós-colheita, na assistência técnica contínua e em políticas públicas que incentivem arranjos produtivos coletivos (Frões Junior et al., 2019). Sem tais investimentos, o crescimento da pitaya na região pode permanecer restrito a projetos pontuais ou a produtores individuais que consigam arcar com os custos de transporte, certificação e processamento.

3.1.2 Características botânicas e agronômicas da pitaya

A pitaya (*Hylocereus spp.*; *Selenicereus spp.*, Cactaceae) apresenta um conjunto de características morfológicas que refletem sua adaptação a ambientes de elevada luminosidade e disponibilidade hídrica irregular (Le Bellec; Vaillant; Imbert, 2006). Do ponto de vista estrutural, a planta possui hábito trepador/escandente, apoiando-se sobre árvores ou estruturas físicas através de raízes adventícias presentes nos ramos, comportamento comum descrito para espécies do gênero *Hylocereus* (Figura 2) (Nunes et al., 2014).

O órgão vegetativo predominante é o cladódio, um caule modificado suculento, com seções geralmente triangulares e dotado de parênquima aquífero. Essas estruturas atuam simultaneamente como órgãos fotossintéticos, devido à redução ou ausência de folhas verdadeiras, e como unidades de armazenamento de água e nutrientes, proporcionando vantagem fisiológica sob condições de seca (Shah et al., 2023).

A suculência dos cladódios também está associada ao metabolismo ácido das crassuláceas (CAM), característico de muitas Cactaceae, o qual contribui para uma maior eficiência no uso da água, uma vez que a abertura estomática ocorre majoritariamente no período noturno, reduzindo perda hídrica por transpiração (Lakshmeshwara et al., 2024; Shah et al., 2023; Wakchaure, 2020; Pinheiro; Ferreira, 2015).

As flores da pitaya são grandes, hermafroditas e noturnas, com antese geralmente entre o entardecer e as primeiras horas da madrugada. São estruturas de curta duração, podendo murchar poucas horas após a abertura completa. Estudos recentes destacam seu complexo arranjo floral e a dependência parcial de polinizadores, incluindo morcegos, mariposas e abelhas, embora muitos cultivares apresentem graus variáveis de autoincompatibilidade,

demandando polinização manual para assegurar frutificação adequada (Jadhav *et al.*, 2025; Arredondo *et al.*, 2022).

Do ponto de vista reprodutivo, os frutos são bagas de pericarpo espesso e coloração variada (vermelho, amarelo, rosa), contendo polpa mucilaginosa e numerosas sementes pequenas. A variabilidade morfológica entre espécies e cultivares está associada a características como espessura da casca, peso do fruto, formato e intensidade da pigmentação, frequentemente avaliadas em programas de melhoramento e estudos fisiológicos (Shah *et al.*, 2023).

Figura 2. Representação de planta de pitaya (*Hylocereus sp.*) conduzida em estaca, evidenciando o tutoramento, a formação dos frutos e a emissão de raízes adventícias.



Fonte: IA Generativa, elaborada pela autora (2025).

Agronomicamente, a pitaya tem ganhado destaque como cultura frutífera de alto valor agregado devido à rusticidade, bom desempenho produtivo em diferentes regiões do Brasil e crescente demanda no mercado interno e externo. Em sistemas de produção, utiliza-se condução em tutores individuais, postes de concreto ou madeira, ou sistemas de espaldeira, que favorecem a interceptação luminosa, o arejamento e reduzem a incidência de doenças fúngicas associadas à umidade excessiva (Nunes *et al.*, 2014).

Embora apresente tolerância ao estresse hídrico, o cultivo comercial demanda manejo hídrico controlado, sendo o gotejamento o sistema mais indicado para manter uniformidade de irrigação, evitar saturação do solo e reduzir problemas de podridão radicular. Estudos sobre necessidade hídrica indicam que a irrigação suplementar aumenta produtividade, massa dos

frutos e número de brotações, sobretudo em regiões com distribuição irregular de chuvas (Lima *et al.*, 2021).

A propagação vegetativa por estaquia é o método predominante, por garantir uniformidade genética e maior sucesso no estabelecimento das plantas (Silva *et al.*, 2022; Lima *et al.*, 2012). Práticas como secagem dos cladódios antes do plantio, uso de substratos bem drenados e, ocasionalmente, aplicação de reguladores vegetais aumentam o percentual de enraizamento e o vigor inicial das mudas (Fachinello *et al.*, 1995).

O manejo de podas incluindo poda de formação, limpeza e produção influencia diretamente o balanço vegetativo e reprodutivo. Métodos de poda podem alterar o número de brotações, a incidência de flores e a distribuição dos cladódios na estrutura de suporte. Estudos comparativos indicam que sistemas mais abertos favorecem maior produção e facilitam a colheita (Arredondo *et al.*, 2022).

Além disso, a cultura responde positivamente à adubação equilibrada, sobretudo nitrogênio, fósforo, potássio e micronutrientes como Zn e B. A literatura demonstra acúmulo progressivo de nutrientes nos cladódios ao longo dos estágios fenológicos, servindo como indicadores importantes para recomendações de manejo nutricional (Lima *et al.*, 2021).

3.1.3 Propagação por estaquia

A propagação da pitaya por estaquia é o método vegetativo mais empregado em sistemas comerciais, principalmente por permitir a multiplicação rápida de plantas uniformes e geneticamente idênticas à planta matriz. Essa estratégia favorece o estabelecimento de pomares mais homogêneos e reduz o tempo de entrada em produção quando comparada à propagação por sementes, que carrega elevada variabilidade genética (Silva *et al.*, 2022; Santos *et al.*, 2015).

Os cladódios utilizados como estacas geralmente possuem entre 15 e 25 cm, embora diferentes trabalhos indiquem que comprimentos maiores favorecem o enraizamento pela maior disponibilidade de reservas internas como carboidratos e auxinas endógenas essenciais para a sobrevivência e o vigor inicial da muda (Rodrigues *et al.*, 2021)

Bastos *et al.* (2006) demonstraram que estacas de 25 cm da pitaya vermelha (*Hylocereus undatus*) apresentaram maior porcentagem de enraizamento e desenvolvimento radicular mais vigoroso, destacando a relação positiva entre tamanho do cladódio e desempenho fisiológico durante as primeiras semanas de cultivo.

O uso de reguladores vegetais, especialmente o ácido indolbutírico (AIB), é amplamente relatado como estratégia eficiente para estimular a formação de raízes adventícias. Bastos *et al.* (2006) observaram que a imersão das estacas em solução de AIB a 3.000 mg L⁻¹ aumentou significativamente o enraizamento.

Estudos mais recentes também investigam o papel de citocininas, como a benzilaminopurina (BAP), que pode influenciar o enraizamento dependendo da dose e da forma de aplicação, apresentando resultados variáveis conforme o genótipo e as condições ambientais (Faria *et al.*, 2024; Cruvinel; Vasconcellos; Martelleto, 2019).

As condições de enraizamento exercem influência direta no sucesso da propagação. Substratos bem drenados e arejados, como misturas contendo solo e matéria orgânica estabilizada, favorecem a oxigenação da base das estacas e reduzem riscos de podridão (Santos *et al.*, 2015). Em experimentos clássicos, Bastos *et al.* (2006) utilizaram mistura de terra e esterco em proporção 3:1 sob sombreamento parcial, obtendo padrões consistentes de enraizamento.

Além das condições ambientais, características genéticas influenciam a resposta das estacas. Silva *et al.* (2022) analisaram diferentes cultivares e observaram que, embora existam variações entre genótipos, o tamanho da estaca exerce impacto mais forte nas variáveis de enraizamento e brotação do que o local de retirada do cladódio. Isso reforça a importância do manejo adequado do material propagativo no viveiro.

Na prática, recomenda-se que os cladódios sejam cortados com ferramentas limpas e deixados em ambiente ventilado por alguns dias para cicatrização, reduzindo o risco de infecções e apodrecimento após o plantio. O enraizamento é favorecido por leves irrigações, boa drenagem e controle de sombreamento, bem como espaçamento adequado para promover circulação de ar e reduzir a incidência de patógenos (Bastos *et al.*, 2006).

Assim, a propagação por estaquia destaca-se como método consolidado e eficiente para expansão de pomares de pitaya, sustentado por evidências científicas que reforçam a importância do tamanho da estaca, do uso adequado de reguladores de crescimento e das condições de manejo na área de produção.

3.1.4 Substratos usados na propagação de pitaya

A seleção do substrato exerce influência direta sobre o enraizamento e o desenvolvimento inicial das estacas de pitaya, sobretudo por determinar condições de aeração, retenção hídrica, disponibilidade inicial de nutrientes e incidência de patógenos (Guimarães *et*

al., 2021). Em espécies cactáceas, a formação radicular exige ambientes com porosidade média a alta e baixa umidade excessiva, uma vez que o acúmulo de água no meio de cultivo aumenta o risco de podridões e reduz a difusão de oxigênio, condições particularmente críticas na fase pós-cicatrização dos cladódios (Verma *et al.*, 2025).

Estudos conduzidos no Brasil e no exterior demonstram que substratos mineral-orgânicos, com composições equilibradas entre drenagem e aporte nutricional, apresentam os melhores resultados de enraizamento. Santos *et al.* (2015) verificaram que a mistura areia + esterco bovino curtido promoveu maior massa seca de raízes e melhor estabelecimento das mudas de *Hylocereus undatus*, devido à combinação de boa aeração e moderado suprimento de nutrientes.

Outro trabalho relevante é o de Lone (2013), que avaliou diferentes substratos (areia, vermiculita, casca de arroz carbonizada e casca de pinus) associados a concentrações de AIB. A vermiculita destacou-se por aumentar a porcentagem de enraizamento, o número de raízes e o comprimento radicular, resultado atribuído à elevada retenção hídrica combinada à estrutura leve, favorecendo o balanço entre água e oxigênio no microambiente das estacas.

Resultados semelhantes foram obtidos por Rymbai *et al.* (2025) ao testar substratos formulados com solo, cocopeat e vermicomposto. A mistura solo + cocopeat + vermicomposto (1:1:1) apresentou iniciação radicular mais rápida e maior acúmulo de nutrientes em estacas de *Hylocereus costaricensis*, destacando a importância de incorporar materiais orgânicos estabilizados e de baixa densidade na composição do substrato.

No contexto de substratos enriquecidos com materiais orgânicos, Verma *et al.* (2025) também demonstraram que a combinação solo + areia + vermicomposto resultou em maior comprimento radicular em diferentes intervalos de avaliação (30, 60 e 90 dias). Esse desempenho foi associado à presença de macro e microporos, que permitem drenagem eficiente sem limitar a retenção de água necessária à hidratação dos tecidos.

Além disso, resultados apresentados na XV Jornada Científica das Faculdades Integradas de Bauru reforçam que variáveis como origem dos materiais, grau de compostagem, textura e densidade aparente do substrato afetam diretamente o vigor das mudas, sendo recomendada a adoção de meios leves e bem drenados (Collete; Antunes, 2020).

Diante desse conjunto de evidências, torna-se claro que a composição do substrato é determinante para o enraizamento e o desempenho inicial das estacas de pitaya. Assim, a escolha criteriosa dos materiais utilizados torna-se etapa essencial do processo.

3.1.4.1 Terra preta

A terra preta é um substrato de alto teor de matéria orgânica e elevada fertilidade natural, resultante do acúmulo de resíduos orgânicos estáveis e de processos de pedogênese que conferem estrutura granular, elevada CTC e boa capacidade de retenção de nutrientes (Lehmann *et al.*, 2003) (Figura 3).

Figura 3. Plantio de cladódios de pitaya (*Hylocereus sp.*) em unidade experimental contendo terra preta.



Fonte: Autora (2025).

Estudos clássicos demonstram que esse tipo de substrato apresenta maior estabilidade de agregados, maior teor de carbono e macro e microporosidade mais equilibrada quando comparado a solos minerais adjacentes (Glaser *et al.*, 2001), características que favorecem tanto a retenção hídrica quanto a aeração atributos fundamentais para o desenvolvimento inicial de sistemas radiculares.

Do ponto de vista fisiológico, o ambiente proporcionado pela terra preta favorece a emergência e estabelecimento de mudas por oferecer maior disponibilidade de nutrientes essenciais, aumento da atividade microbiana benéfica e melhoria da capacidade de troca catiônica (Cunha *et al.*, 2009).

Esses fatores contribuem para maior vigor inicial e melhor absorção de nutrientes, condições amplamente reconhecidas como determinantes para o crescimento inicial de espécies perenes (Ma *et al.*, 2024).

3.1.4.2 Esterco de caprino

O esterco de caprino composto pode representar um componente interessante para substratos de viveiro, especialmente por sua densidade orgânica, teor de nutrientes e porosidade. Estudos da Embrapa investigaram resíduos de caprinocultura compostados e identificaram características físico-químicas favoráveis para produção de mudas: o substrato à base de caprino apresentou boa porosidade, densidade de partículas e capacidade de troca catiônica, atributos essenciais para fornecer suporte nutritivo e estrutural às raízes jovens (Maeda *et al.*, 2010).

Além disso, a composição desse resíduo apresenta teores relativamente elevados de matéria orgânica e nutrientes como nitrogênio, o que pode favorecer o crescimento inicial das mudas, especialmente quando usado em mistura com outros componentes, como solo ou serragem, conforme os regimes de manejo recomendados para irrigação e fertilização (Maeda *et al.*, 2010).

Em outra perspectiva, há evidência de aplicação de esterco caprino em substratos de viveiro para plantas agrícolas: em estudo com mudas de mamão, a adição de 40% de esterco de caprino em substrato + superfosfato simples resultou em mudas com maior massa seca e índice de qualidade, o que demonstra a viabilidade desse esterco para produção de mudas comerciais (Souza *et al.*, 2015).

Contudo, o uso puro de caprino em substrato pode ter limitações: a Embrapa reporta que a densidade de poros e a disponibilidade de água variam bastante conforme o grau de compostagem, exigindo uma formulação cuidadosa para evitar problemas como compactação ou retenção excessiva de umidade, que podem prejudicar o enraizamento (Maeda *et al.*, 2010).

Portanto, considerando a literatura disponível, o esterco de caprino parece ser uma fonte potencialmente benéfica para substratos mistos de enraizamento, desde que seja pré-composto adequadamente e combinado com componentes minerais ou materiais porosos para garantir a aeração e o balanço hídrico necessários ao desenvolvimento de mudas vigorosas.

3.1.4.3 Cama aviária

A cama aviária consiste na mistura de excretas, restos de ração, penas e o material de cama (serragem, casca de arroz, maravalha etc.) acumulada no piso dos galpões; após o término do lote, esse resíduo apresenta concentrações elevadas de N, P, K, matéria orgânica e cálcio, o

que o torna potencialmente valioso como componente de substratos ou como aditivo fertilizante em viveiros (Thomazini *et al.*, 2022; Avila; Mazzuco; Figueiredo, 1992).

Quando corretamente compostada, a cama aviária transforma-se em um insumo mais estável e seguro para uso em substratos: a compostagem reduz a carga microbiológica patogênica, volatiliza parte da amônia, estabiliza a matéria orgânica e diminui problemas de fitotoxicidade e salinidade, tornando o material adequado como que melhora a oferta inicial de nutrientes e a retenção de água sem comprometer a aeração. Estudos em viveiro mostram respostas positivas de crescimento e biometria de mudas quando substratos foram enriquecidos com cama aviária compostada em proporções controladas (Thomazini *et al.*, 2022).

Do ponto de vista físico, a cama aviária compostada contribui para aumentar a capacidade de retenção hídrica e o teor de matéria orgânica do substrato, mas exige atenção à densidade aparente e à porosidade: misturas ricas em cama não-compostada podem compactar-se ou apresentar excesso de salinidade e amônia solúvel, reduzindo difusão de oxigênio e elevando risco de podridões radiculares, especialmente em espécies sensíveis e durante a fase de enraizamento. Por isso, a prática recomendada é usar cama aviária compostada e misturá-la com frações minerais (areia, cascalho fino) ou com materiais de baixa densidade (cocopeat, vermiculita) para equilibrar drenagem, aeração e retenção de água (Avila; Mazzuco; Figueiredo, 1992)..

Já do ponto de vista sanitário e ambiental, o uso de cama aviária requer manejo prévio: a compostagem adequada (controle de temperatura, aeração e umidade) diminui riscos microbiológicos e de sementes daninhas; testes de condutividade elétrica (CE) e salinidade devem ser realizados antes da formulação final do substrato; aplicações diretas sem tratamento já foram associadas a redução de germinação e ao encurtamento de radículas por estresse osmótico em experimentos laboratoriais com extratos/leachates. Em consequência, recomenda-se análise química (N, P, K, Ca, Mg, S), CE e doseagem por ensaio com espécies-piloto antes de uso extensivo (Rizzo *et al.*, 2022; Barros, 2012).

3.1.4.4 Areia lavada

A areia lavada é um material predominantemente mineral, composto majoritariamente por partículas de quartzo de granulometria variando entre areia fina e média, com baixíssimo teor de matéria orgânica, pH geralmente neutro e elevada macroporosidade (Andrade Junior *et al.*, 2019; Munir *et al.*, 2004) (Figura 4). Por essas características, é amplamente utilizada como componente de substratos e como meio para enraizamento, pois favorece drenagem, reduz risco

de encharcamento e melhora a oxigenação do sistema radicular fatores críticos para estacas e mudas jovens.

Figura 4. Sacos de cultivo preenchidos com areia lavada utilizada como substrato base no preparo das unidades experimentais para enraizamento de estacas de pitaya.



Fonte: Autora (2025).

Estudos de tecnologia de substratos demonstram que materiais inertes e de elevada porosidade, como a areia lavada, contribuem para o aumento da porosidade total, porosidade de aeração e redução da densidade aparente, quando misturados a substratos mais orgânicos (Stolf *et al.*, 2011). Esses atributos reduzem a probabilidade de hipóxia radicular e favorecem a emissão de raízes em espécies sensíveis ao excesso hídrico.

Além disso, a areia lavada é recomendada como componente de base em sistemas de produção de mudas para frutíferas, hortaliças e plantas ornamentais, sobretudo nos estágios iniciais, por apresentar baixa salinidade, estabilidade estrutural e ausência de compostos fitotóxicos, desde que proveniente de fontes adequadas e devidamente peneirada e higienizada (Raviv *et al.*, 2002). A ausência de matéria orgânica implica também baixa capacidade de retenção de água e nutrientes, razão pela qual sua utilização costuma ser feita em combinação com materiais orgânicos ou condicionadores estruturais, formando substratos equilibrados.

Assim, a areia lavada se destaca como um meio adequado para o enraizamento inicial das estacas, garantindo condições essenciais para o desenvolvimento dos cladódios.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Descrição do local de estudo

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, situada na fazenda experimental do Instituto Federal do Amapá-IFAP/*Campus* Agrícola Porto Grande, no período de junho a outubro de 2025 (Figura 5). As unidades experimentais foram compostas por vasos plásticos, contendo estacas de pitaya vermelha (*Hylocereus costaricensis*), com 6,500 kg de substratos. Os substratos utilizados foram: terra preta, esterco de caprino, cama aviária e areia lavada; os substratos terra preta e esterco de caprino foram coletados no IFAP.

Figura 5. Local da condução experimental localizada no município de Porto Grande, Instituto Federal do Amapá (IFAP), *Campus* Agrícola Porto Grande



Fonte: Autora (2025).

4.2 Aquisição, preparo e tratamento das estacas

Foram coletadas estacas de pitaya vermelha (*Hylocereus costaricensis*) em plantios comerciais de produtores locais situados no município de Porto Grande (AP). A coleta foi realizada com auxílio de tesoura de poda previamente higienizada, selecionando-se cladódios provenientes de plantas adultas, saudáveis e livres de sintomas de pragas ou doenças.

As estacas foram padronizadas em 25 cm de comprimento (Figura 6a). A padronização seguiu a recomendação de Bastos *et al.* (2006), que apontam que estacas com esse tamanho apresentam maior porcentagem de enraizamento.

Para melhorar o desenvolvimento do sistema radicular adventício, foram realizados cortes nos três lados inferiores dos cladódios, removendo a parte mais succulenta da região que seria enterrada (Figura 6b), conforme metodologia adaptada de Olivio (2021). A escolha do tamanho é fundamentada na capacidade de estacas maiores apresentarem maior reserva de carboidratos, favorecendo o processo de enraizamento (Hartmann *et al.*, 2002).

A base das estacas foi submetida a tratamento preventivo fitossanitário por imersão em calda bordalesa (Figura 6c), visando reduzir a incidência de patógenos fúngicos durante o período inicial de enraizamento. Após a secagem superficial, as estacas foram imediatamente plantadas.

As estacas foram inseridas em sacos plásticos para mudas de 2 kg (Figura 6d), preenchidos com areia, utilizada como substrato inicial por apresentar boa drenagem e baixa compactação, proporcionando ambiente favorável à formação das raízes adventícias. A profundidade de estaqueamento foi padronizada em 5 cm.

Figura 6. Preparo e tratamento das estacas de pitaya para implantação em casa de vegetação no município de Porto Grande, Instituto Federal do Amapá (IFAP), *Campus* Agrícola Porto Grande



Fonte: Autora (2025).

Durante os primeiros 30 dias, o material permaneceu sob irrigação manual sempre que necessário para manter o substrato próximo à capacidade de campo, conforme recomendado por Santos (2021).

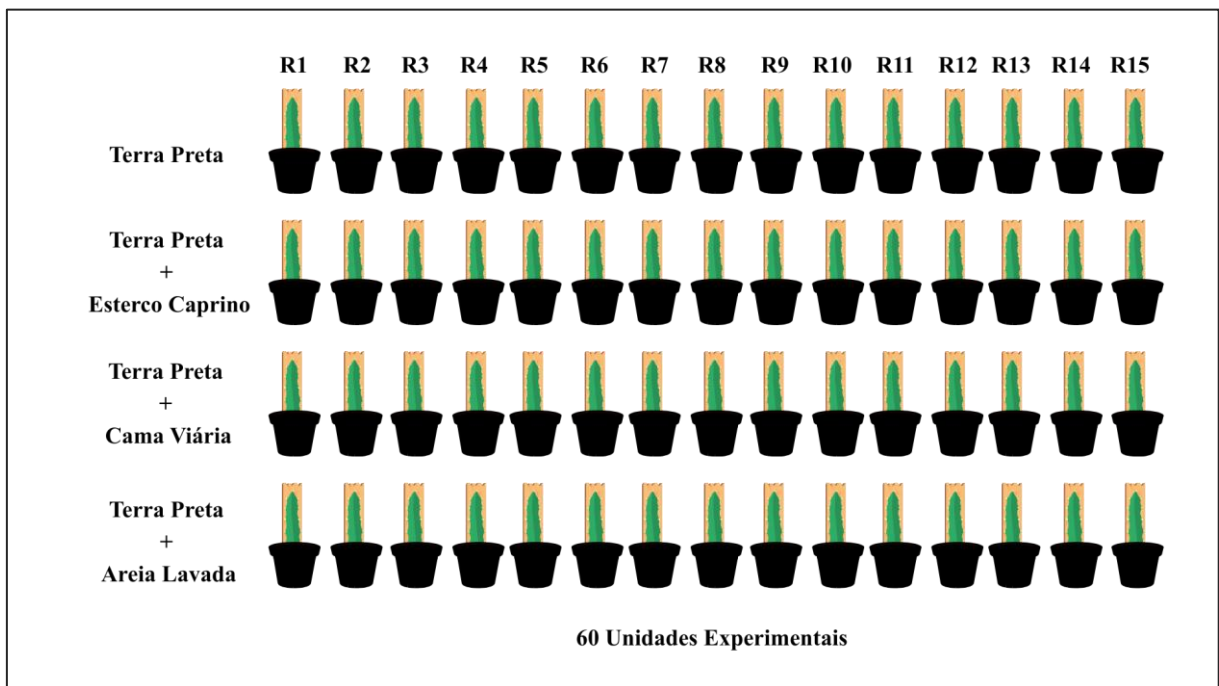
Após o período inicial de enraizamento, as mudas foram transplantadas para vasos plásticos de 8 dm⁻³, preenchidos com os substratos correspondentes aos tratamentos

experimentais, e permaneceram sob irrigação manual realizada de 2 em 2 dias em pequenas quantidades.

4.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos e 15 repetições sendo 1 estaca em cada repetição, totalizando 60 unidades experimentais (Figura 7). Os tratamentos testados foram: T1 – terra preta (100%), T2 – terra preta + esterco de caprino (60 % de terra preta + 40% de esterco), T3 – terra preta + cama viária (60% de terra preta + 40% de cama viária) e T4 – terra preta + areia lavada (60% de terra preta + 40% de areia lavada).

Figura 7. Representação esquemático utilizado no estudo, mostrando os tratamentos e as repetições adotadas.



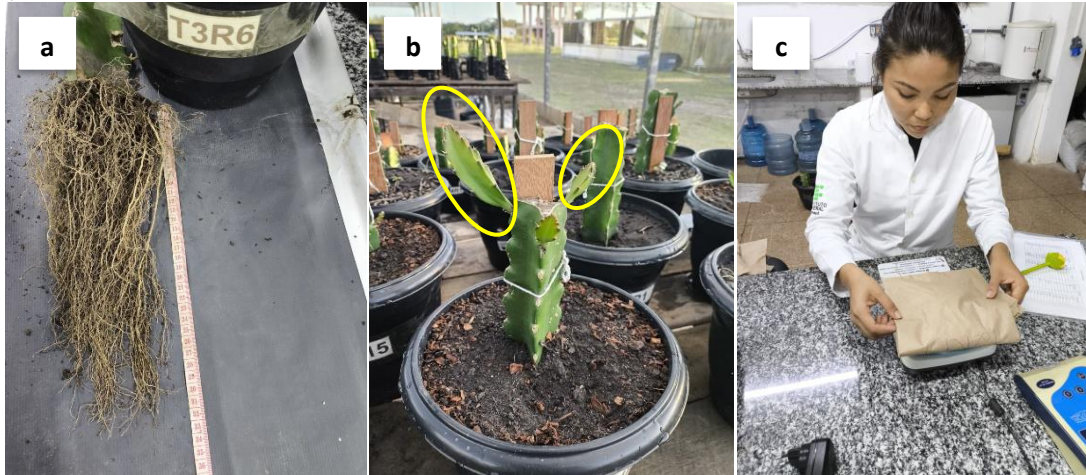
Fonte: Autora (2025).

4.4 Variáveis analisadas

Após 130 dias da implantação das estacas foram avaliados o comprimento da raiz (mensurada com fita métrica, que compreende a medida do colo da planta à extremidade do sistema radicular (coifa)) (Figura 8a), número de cladódios (Figura 8b), massa fresca do sistema radicular, massa seca do sistema radicular (8c) e massa fresca total dos cladódios.

O material vegetal avaliado (raiz) foi coletado e separado em sacos de papel previamente identificados e pesados, para obtenção da matéria úmida. Em seguida as amostras foram levadas para secagem, em estufa de circulação forçada de ar, a 60-70 °C por 72 h, ou até atingirem o peso constante, para determinação da matéria seca.

Figura 8. Coleta dos dados experimentais. Comprimento da raiz (a), número de cladódios (b), massa seca do sistema radicular (c) de estacas de pitaya cultivadas em casa de vegetação, no município de Porto Grande, Amapá, Brasil.



Fonte: Autora (2025).

4.5 Análise Estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância, com as fontes de substratos pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), para expressar adequadamente o comportamento das variáveis. Para a análise estatística foi utilizado o programa estatístico AgroEstat (Barbosa; Maldonado Junior, 2014).

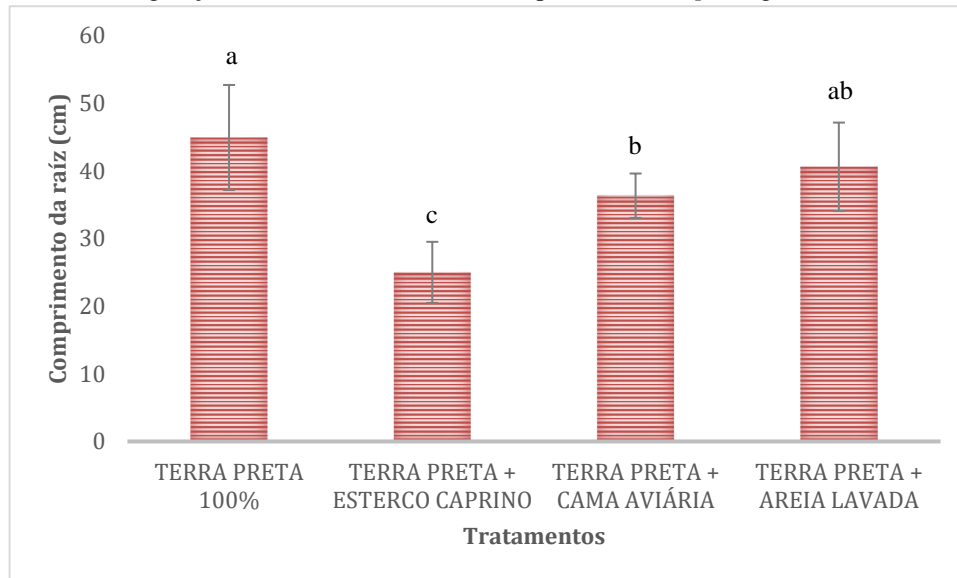
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desempenho das estacas de *Hylocereus costaricensis* variou de forma consistente entre os substratos avaliados, evidenciando que a disponibilidade nutricional e as propriedades físicas do meio influenciam diretamente o enraizamento e a formação da parte aérea.

A primeira variável analisada foi o comprimento da raiz (Figura 9), no qual a Terra Preta 100% apresentou o maior valor, seguida do tratamento composto por Terra Preta + Areia Lavada. Esses resultados evidenciam que substratos com maior porosidade e boa aeração favorecem o desenvolvimento radicular inicial, por reduzirem a resistência mecânica e permitirem livre expansão da raiz. Observações semelhantes foram feitas por Oliveira *et al.*

(2022), que relataram maior crescimento radicular de *H. costaricensis* em meios estruturados e com adequada disponibilidade hídrica.

Figura 9. Comprimento médio das raízes de estacas de pitaya (*Hylocereus costaricensis*) cultivadas em diferentes substratos em casa de vegetação do Instituto Federal do Amapá, IFAP, Campus Agrícola Porto Grande.



Por outro lado, a adição de materiais orgânicos mais densos, como esterco de caprino e cama aviária, resultou em raízes mais curtas. Acredita-se que esse comportamento está associado à maior compactação desses substratos e, possivelmente, ao aumento da condutividade elétrica, o que reduz o potencial osmótico e dificulta a absorção de água. Estudos fisiológicos com pitaya sob estresse salino confirmam a sensibilidade da espécie a ambientes com excesso de sais, resultando em limitação do crescimento radicular (Oliveira *et al.*, 2022).

A massa fresca das raízes apresentou variação significativa entre os substratos avaliados (Figura 10).

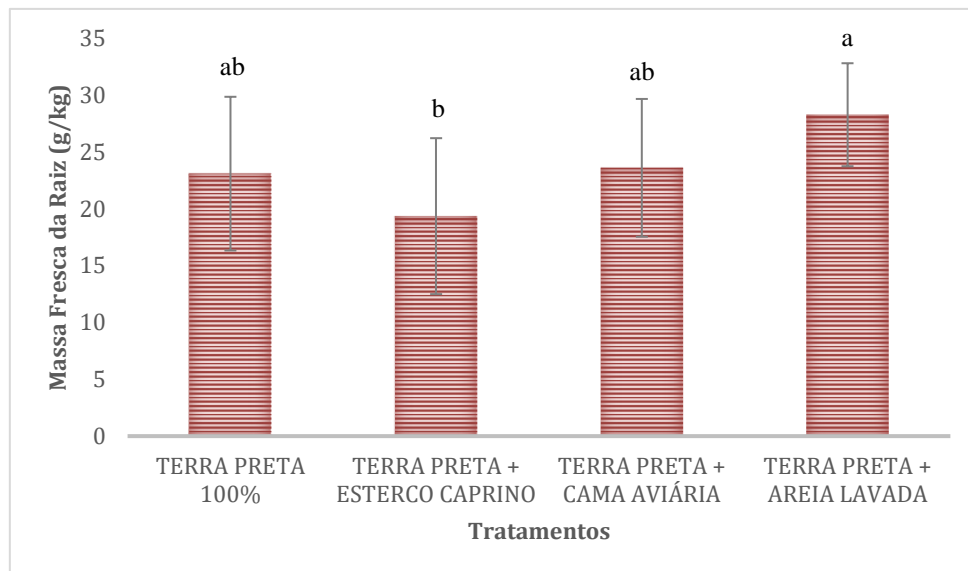
O maior valor foi registrado no tratamento Terra Preta + Areia Lavada (28,27 g), pode ser que a mistura resultou em um ambiente com boa drenagem, porém sem comprometer a disponibilidade hídrica necessária à expansão dos tecidos radiculares. Esse equilíbrio físico tende a favorecer o crescimento de raízes suculentas, que acumulam água de forma eficiente. Tendência semelhante também foi observada para *H. costaricensis* por Oliveira *et al.* (2022) e Guimarães *et al.* (2021), que reportaram maior desempenho radicular em substratos de textura mais solta (Mishra *et al.*, 2024).

A Terra Preta 100% (23,09 g) e a mistura com cama aviária (23,6 g) apresentaram valores intermediários, presume-se que a terra preta por si só já oferece boa aeração e boa

capacidade de retenção de água, enquanto a presença de cama aviária contribui para maior atividade microbiana e maior disponibilidade de nutrientes, sem efeitos negativos sobre o acúmulo de água. Ainda assim, esses valores não superaram o tratamento com areia, reforçando o papel da porosidade no crescimento radicular inicial (Santos *et al.*, 2010)

O menor valor ocorreu na combinação Terra Preta + Esterco Caprino (19,35 g), possivelmente devido ao aumento da condutividade elétrica proporcionado pelo esterco, o que reduz o potencial osmótico da solução do substrato. Em condições de maior carga salina, as raízes têm dificuldade em absorver água, resultando em menor massa fresca comportamento já relatado em mudas de pitaya submetidas a ambientes com maior salinidade (Oliveira *et al.*, 2022) e observado por Costa *et al.* (2009) para estacas enraizadas em materiais orgânicos mais concentrados.

Figura 10. Massa fresca média das raízes de estacas de pitaya sob diferentes substratos utilizados no enraizamento.



Os resultados da massa seca da raiz reforçaram o padrão observado na massa fresca, mas evidenciou ainda mais o impacto da porosidade na formação de biomassa radicular estável (Figura 11).

O maior valor foi novamente obtido no tratamento Terra Preta + Areia Lavada (10,22 g), indicando que raízes desenvolvidas em substratos mais oxigenados apresentam maior espessamento e formação de tecidos estruturais. Esse tipo de ambiente favorece o aumento de raízes laterais e o crescimento de raízes mais espessas, contribuindo para maior acúmulo de matéria seca resultado condizente com a literatura sobre propagação de frutíferas em meios bem drenados (Costa *et al.*, 2009).

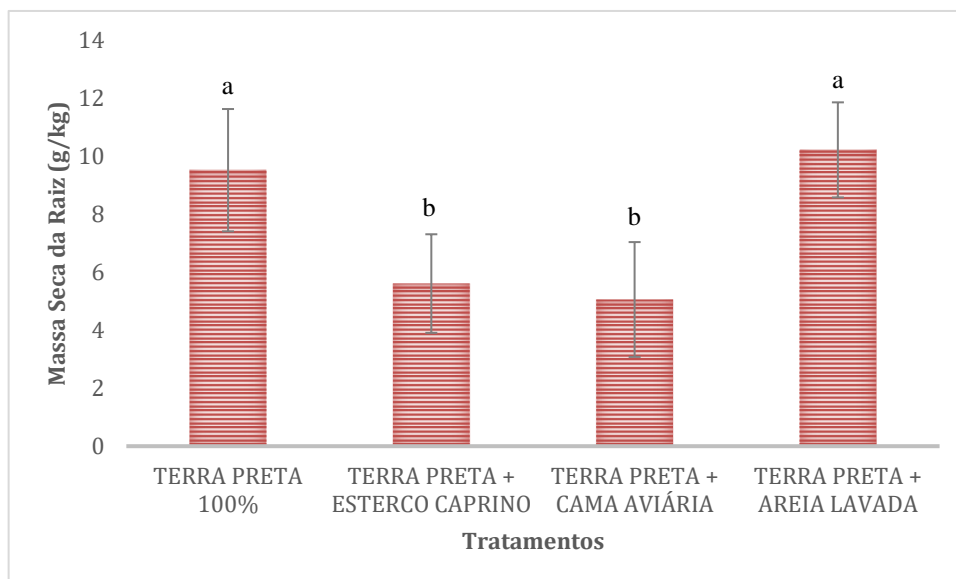
A Terra Preta 100% também apresentou elevado acúmulo de massa seca (9,52 g), confirmando que sua estrutura granular contribui para um crescimento radicular eficiente, mesmo sem adição de outros materiais. A formação adequada de poros e a boa distribuição de umidade favorecem o crescimento de tecidos estruturais, o que se reflete no peso seco final.

Os menores valores foram observados nos tratamentos com Esterco de Caprino (5,61 g) e Cama Aviária (5,06 g). Embora esses substratos forneçam nutrientes importantes, sua maior densidade e maior retenção de água podem prejudicar a oxigenação da rizosfera, limitando o desenvolvimento de raízes mais lignificadas.

Além disso, no caso do esterco de caprino, o aumento da salinidade pode dificultar o alongamento radicular e reduzir a deposição de matéria seca. Esses efeitos já foram observados em pitaya sob condições de maior estresse osmótico (Oliveira *et al.*, 2022).

Assim, a literatura demonstra que substratos fisicamente equilibrados com boa porosidade, drenagem adequada e baixa compactação tendem a favorecer o acúmulo de massa seca em mudas de pitaya, o que é coerente com os resultados obtidos neste estudo.

Figura 11. Massa seca média das raízes formadas em estacas de pitaya submetidas aos diferentes tratamentos de substratos.



O número de brotações (Figura 12) apresentou diferenças entre os substratos, indicando que a disponibilidade nutricional exerce maior influência sobre essa variável do que as características físicas do meio.

O tratamento com Terra Preta + Cama Aviária registrou o maior número de brotos, evidenciando que a presença de matéria orgânica rica em nitrogênio e fósforo favorece a ativação de meristemas e o crescimento da parte aérea. Esse comportamento já foi destacado

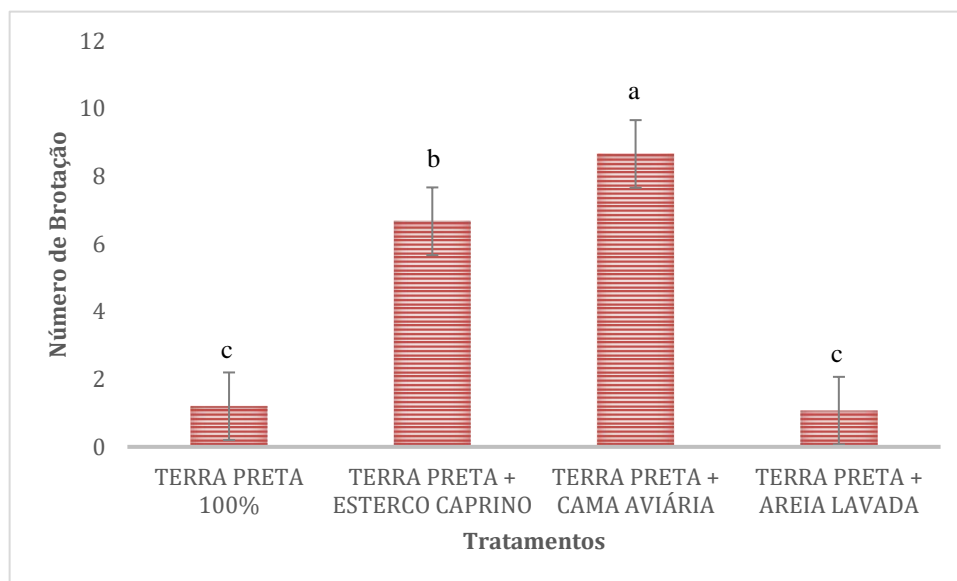
por Santos *et al.* (2010), que observaram maior emissão de brotos de pitaya em substratos com maior aporte nutricional.

O valor intermediário obtido em Terra Preta + Esterco de Caprino sugere que a disponibilidade de nutrientes foi suficiente para estimular a brotação, embora a possível elevação da condutividade elétrica comum em esterco mais concentrados possa ter moderado esse efeito. Esse equilíbrio entre nutrição e salinidade também foi observado por Oliveira *et al.* (2022) ao avaliar misturas orgânicas para o desenvolvimento inicial de *H. costaricensis*.

Por outro lado, os menores valores nos tratamentos Terra Preta 100% e Terra Preta + Areia Lavada reforçam que a brotação inicial depende menos da aeração e mais do suprimento imediato de nutrientes.

Esses substratos, apesar de fisicamente adequados para o enraizamento, apresentam baixa disponibilidade de nitrogênio, o que limita o crescimento da parte aérea tendência também observada por Costa *et al.* (2009) em estacas cultivadas em meios com menor teor de matéria orgânica.

Figura 12. Número médio de brotações emitidas por estacas de pitaya cultivadas nos quatro tipos de substratos testados.



A massa fresca total das brotações refletiu diretamente o desempenho observado no número de brotos, reforçando que a oferta nutricional do substrato é determinante para o crescimento da parte aérea.

O maior acúmulo de biomassa ocorreu no tratamento com cama aviária (Figura 13), resultado coerente com o elevado aporte de nutrientes prontamente assimiláveis presentes nesse material. Além de estimular a emissão de brotos, o nitrogênio disponível favorece expansão

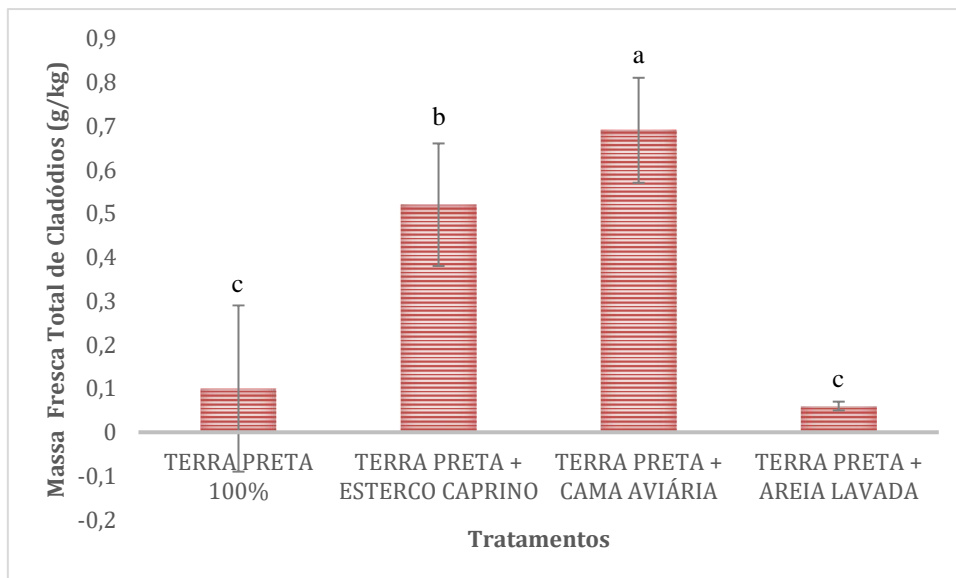
celular e maior acúmulo de água nos tecidos, explicando a maior massa fresca. Tendência semelhante foi reportada por Oliveira *et al.* (2022), que destacam o papel de misturas orgânicas equilibradas no vigor inicial de *H. costaricensis*.

O tratamento com esterco de caprino apresentou valor intermediário, indicando que, embora forneça nutrientes importantes, sua liberação pode ocorrer de forma mais lenta ou acompanhada de discreto aumento na salinidade, o que pode moderar a expansão dos tecidos jovens. Esse efeito também foi discutido por Costa *et al.* (2009) para estacas cultivadas em diferentes fontes orgânicas.

Os menores valores obtidos em Terra Preta 100% e Terra Preta + Areia Lavada reforçam que, apesar de favorecerem o desenvolvimento radicular, esses substratos fornecem baixa quantidade de nutrientes essenciais à produção de biomassa aérea. O limitado acúmulo de massa fresca nesses tratamentos decorre da menor disponibilidade de nitrogênio e da ausência de compostos orgânicos que estimulem a expansão dos brotos.

Assim, a massa fresca total das brotações confirma que a composição nutricional do substrato exerce impacto direto sobre o crescimento da parte aérea, sendo maximizada quando há fornecimento adequado de nutrientes provenientes de fontes orgânicas estabilizadas.

Figura 13. Massa fresca total dos cladódios desenvolvidos nas estacas de pitaya em função dos diferentes substratos avaliados.



6. CONCLUSÕES

- A variável comprimento da raiz apresentou o maior acúmulo radicular no tratamento com terra preta 100%.
- Já para a variável massa fresca da raiz o tratamento Terra Preta + Areia Lavada apresentou o acúmulo radicular (28,27 g), demonstrando que a maior porosidade favorece o crescimento inicial da pitaya.
- A mistura Terra Preta + Cama Aviária (23,6 g) apresentou valor intermediário no acúmulo de biomassa devido ao aporte imediato de nutrientes presentes no resíduo.
- Os tratamentos com menor participação de fração mineral apresentaram menor desenvolvimento radicular, evidenciando que a drenagem é determinante na fase inicial.
- No conjunto, os melhores resultados ocorreram em substratos que equilibram drenagem, aeração e disponibilidade de nutrientes, reforçando a importância da combinação entre areia e materiais orgânicos estáveis.
- Apesar dos resultados consistentes, ainda são necessários mais estudos envolvendo diferentes proporções dos substratos, condições ambientais e fases de desenvolvimento da pitaya para ampliar a compreensão dos efeitos físicos e nutricionais sobre o crescimento da espécie.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE JUNIOR, M. R. *et al.* Influência de substratos sobre propagação de camará por meio de estacas. **Agropecuária Técnica**, v.40, n.1, p.25–30, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.25066/agrotec.v40i1-2.42916>. Acesso em: 15 nov. 2025.
- ARREDONDO, E. *et al.* Comparing Different Methods for Pruning Pitaya (*Hylocereus undatus*). **Horticulturae**, v.8, n.7, p.661, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/horticulturae8070661>. Acesso em: 18 nov. 2025.
- ÁVILA, V. S.; MAZZUCO, H.; FIGUEIREDO, L. A. P. **Cama de aviário**: materiais, reutilização, uso como alimento e fertilizante. Concórdia: Embrapa CNPSA (Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/67877/1/CUsersPiazzonDocumentsProntosCNPSA-DOCUMENTOS-16-CAMA-DE-AVIARIO-MATERIAIS-REUTILIZACAO-USO-COMO-ALIMENTO-E-FERTILIZANTE-FL-12.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2025.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JUNIOR, W. AgroEstat - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaio Agrônomicos. Versão 1.1.0.712, 2014.
- BARROS, K. R. M. Distribuição da porosidade textural e estrutural em solos de Terra Preta Arqueológica. *Ciência do Solo*, **Rev. Ciênc. Agron.** v.47, n.4, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20160073>. Acesso em: 15 nov. 2025.
- BARROS, R. T. V. **Elementos de gestão de resíduos sólidos**. Belo Horizonte. Ed. Tessitura, 424p, 2012.
- BASTOS, D. C. *et al.* Propagação da pitaya ‘vermelha’ por estaquia. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.6, p.1106–1109, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542006000600009>. Acesso em: 15 nov. 2025.
- BELBASE, P.; BHASKAR, M. S. B. Sustainable Cultivation of Dragon Fruit: Integrated Nutrient and Pest Management Strategies for Enhanced Productivity and Environmental Stewardship. **Agronomy**, v.15, n.11, p.2514, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agronomy15112514>. Acesso em: 18 nov. 2025.
- BOIAGO, A. L. P.; OLIVEIRA, L. S. **O mercado consumidor e o histórico da pitaya no Brasil**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Agronegócio) – Faculdade de Tecnologia de São José do Rio Preto, São José do Rio Preto, 2021. Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/29685>. Acesso em: 18 nov. 2025.
- CHEN, S. *et al.* Nutritional Value and Therapeutic Benefits of Dragon Fruit: A Comprehensive Review with Implications for Establishing Australian Industry Standards. **Molecules**. v.29, n.23, p.1-32, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules29235676>. Acesso em: 18 nov. 2025.

CHUYEN, T. T.; NGA, N. T. H.; KHIEM, N. T. Linkages Between Stakeholders in The Value Chain of Dragon Fruit in Mekong Delta of Vietnam. **International Conference on Digital Innovation**, p. 549-556, 2025. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/388843166>. Acesso em: 15 nov. 2025.

CLARK, M. J.; ZHENG, Y. Avaliação de nove misturas de vasos para cultivo de plantas em recipientes disponíveis no varejo canadense. **HorTechnol**, v.30, n.1, p.88-95, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.21273/HORTTECH04491-19> . Acesso em: 18 nov. 2025.

COLETTE, G.; ANTUNES, A. M. Uso de diferentes tipos de substratos para enraizamento de estacas de pitaya. In: **XV Jornada Científica**, 2020, Bauru. Anais... Bauru: Faculdades Integradas de Bauru, p.2358-6044, 2020. Disponível em: <https://fibbauru.br/uploads/561/jornada/jornada-2020/anais-agronomia-corrigido.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2025.

CORTE, I. de S. **Crescimento de espécies de pitaieiras nas condições edafoclimáticas do semiárido brasileiro**. 2019.. 38 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica) - Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, 2019. Disponível em: <https://tede.ufrj.br/jspui/handle/jspui/5350>. Acesso em: 18 nov. 2025.

CRUVINEL, F. F.; VASCONCELLOS, M. A. S.; MARTELLETO, L. A. Efeitos da citocinina benzilaminopurina na estaquia da pitaya. **Nativa**, v.7, n.1, 2019. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/6201>. Acesso em: 15 nov. 2025.

COSTA, J. C. F. *et al.* Caracterização física de substratos orgânicos para o enraizamento de estacas de goiabeira. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.1, n.1, p.45-52, 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/rbas/article/view/2942>. Acesso em: 23 nov. 2025.

CUNHA, T. J. F. *et al.* Soil organic matter and fertility of anthropogenic dark earths (Terra Preta de Índio) in the Brazilian Amazon basin. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v 33, n.1, p.85-93, 2009. Doi: 10.1590/S0100-06832009000100009.

DUNG, M. T. *et al.* Expanding Export Markets for Vietnamese Dragon Fruit. **International Journal of Scientific Research and Management**, v.13, n.2, p.8344-8352, 2025. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/388676883_Expanding_Export_Markets_for_Vietnamese_Dragon_Fruit. Acesso em: 15 nov. 2025.

FACHINELLO, J. C. *et al.* **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado** Pelotas: UFPel, 1995. 179 p.

FARIA, R. T. *et al.* Substratos, ácido indolbutírico e períodos do ano na propagação de pitaya por estaquia. UEL, 2024. Disponível em: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/982257>. Acesso em: 15 nov. 2025.

FFTC - Food & Fertilizer Technology Center. **Dragon Fruit Production in Vietnam: Achievements and Challenges**. 2018. Disponível em: https://ap.fftc.org.tw/article/1292?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 17 nov. 2025.

FRÓES JUNIOR, P. S. M. Aspectos da produção, comercialização e desenvolvimento da cultura da pitaya no estado do Pará. **Enciclopédia Biosfera**, v.16, n.29, p. 264-279, 2019. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2019a/agrar/aspectos%20da%20producao.pdf>.

Acesso em: 20 nov. 2025.

GLASER, B. *et al.* The “Terra Preta” phenomenon: a model for sustainable agriculture in the humid tropics. *Naturwissenschaften*, v. 88, p. 37–41, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s001140000193>. Acesso em: 15 nov. 2025.

GOULART JUNIOR, R.; REITER J. M. W.; SILVA D. A. **Relatório de Projeto: Diagnóstico socioeconômico da produção da cultura de pitaya no Sul Catarinense – 2021/22.** Florianópolis: Epagri, 2023.

GUIMARÃES, R. R. C. *et al.* Growth of pitaya seedlings according to the type of substrate and the frequency of irrigation. **Revista Ceres**, v.68, n.4, p.276-284, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rceres/a/hHDfG8DCrX88WVLBhkGbnrN/>. Acesso em: 25 nov. 2025.

HARTMANN, H.T. *et al.* Plant propagation: principles and practices. 7^a ed. New Jersey, Prentice Hall, 2002. 880p.

HORYBE, T. Cactus as Crop Plant: Physiological Features, Uses and Cultivation. **Environ. Control Biol.**, v.59, n.1, p.1-12, 2021.

HYMBAI, H. *et al.* Higher propagation and nutrient use efficiency of cladode cuttings in dragon fruit (*Hylocereus costaricensis*) due to the effect of substrates and growth regulators. **Discover Plants**, v.2, n.282, p. 1-19, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s44372-025-00363-5>. Acesso em: 18 nov. 2025.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística . Resultados do Censo Agropecuário 2017. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>. Acesso em: 20 nov. 2025.

JADHAV, P. *et al.* Floral and pollination biology of dragon fruit reveals strategies for enhancing productivity through pollination management and reproductive window extension. **Scientific Reports**, v.15, n.37296, p.1-16, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-025-21168-2>. Acesso em: 20 nov. 2025.

LAKSHMESHWARA, S. *et al.* Dragon Fruit Production, Nutraceutical Insights and Morphological Dynamics. **Journal of Advances in Biology & Biotechnology**, v.27, n.5, p.853-862, 2024. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/380149914>. Acesso em: 18 nov. 2025.

LE BELLEC, F.; VAILLANT, F.; IMBERT, E. Pitaya (*Hylocereus* spp.): Uma nova cultura frutífera, um mercado com futuro. **Fruits**, v.61, n.4, p.237–250, 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/41713104_Pitahaya_Hylocereus_spp_A_new_fruit_crop_a_market_with_a_future. Acesso em: 18 nov. 2025.

LEHMANN, J.; KERN, D. C.; GLASER, B.; WOODS, W. I. (eds.). **Amazonian Dark Earths: Origin, Properties, Management.** Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003.

LIMA, C. A. *et al.* Taxa de enraizamento e brotação de pitaya utilizando diferentes tamanhos de cladódios e substratos. **XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura**, 2012. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/941068/taxa-de-enraizamento-e-brotacao-de-pitaya-utilizando-diferentes-tamanhos-de-cladodios-e-substratos>. Acesso em: 20 nov. 2025.

LIMA, D. C. Initial growth and nutrient accumulation in pitaya plants at different phenological stages. **Revista Caatinga**, v.34, n.3, p.720 – 727, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252021v34n324rc>. Acesso em: 17 nov. 2025.

LONE, A. B. **Substratos, ácido indolbutírico e períodos do ano na propagação de pitaya por estaquia**. 2013, 98f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2013.

LOUREIRO, J. P. B.; PIRES, A. P. P.; SANTOS, M. A. S.; REBELLO, F. K. Viabilidade econômica do cultivo da pitaya (*Hylocereus* sp.) em Tomé-Açu (PA). **Journal of Agricultural Science**, v.8, n.2, 2020. Disponível em: <https://www.macrothink.org/journal/index.php/jas/article/view/16949>. Acesso em: 20 nov. 2025.

MA, D. *et al.* Growth, physiological and N, P, K accumulation responses of *Erythralum scandens* Bl. Seedlings under different substrates. **BMC Plant Biol.** v.24, n.972, 2024. Doi: [10.1186/s12870-024-05678-1](https://doi.org/10.1186/s12870-024-05678-1).

MAEDA, S. *et al.* Caracterização de substratos para produção de mudas de espécies florestais elaborados a partir de resíduos orgânicos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n.54, p. 97, 2010. Disponível em: <https://pfb.sede.embrapa.br/pfb/article/view/133>. Acesso em: 21 nov. 2025.

MISHRA, S. *et al.* Efficacy of various growing substrates on root development in cuttings of dragon fruit (*Hylocereus undatus* L.). **International Journal of Advanced Biochemistry Research.** v.8, n.5, p.371-374, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.33545/26174693.2024.v8.i5e.1094>. Acesso em: 15 nov. 2025.

MUNIR, M. *et al.* Enraizamento de estacas de azaléia tratadas com concentrações de ANA em diferentes substratos. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.4, p.771-777, 2004. Disponível em: <http://acervodigital.unesp.br/handle/11449/30135>. Acesso em: 15 nov. 2025.

NUNES, E. N. Pitaya (*Hylocereus* sp.): Uma revisão para o Brasil. **Gaia Scientia**, v.8, n.1, p.90-98, 2014. Disponível em: <http://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/gaia/index>. Acesso em: 20 nov. 2025.

OLIVEIRA, L. M. *et al.* New substrate medium mixture can improve the initial growth of *Hylocereus costaricensis* (Haw). **Comunicata Scientiae**, v.13, p.e3872, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/cs.v13.3872>. Acesso em: 19 nov. 2025.

OLIVEIRA, L. M. *et al.*, Salt stress and organic fertilization on the growth and biochemical metabolism of *Hylocereus costaricensis* (red pitaya) seedlings. **Braz. J. Biol.**, v.20, n.84, 2022, p.e258476. Disponível em: doi: 10.1590/1519-6984.258476. Acesso em: 23 nov. 2025.

OLIVO, F. Desenvolvimento inicial de pitaya (*Hylocereus undatus*) submetida a diferentes substratos e turnos de rega em cultivo protegido. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso

(Bacharelado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2021. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/28431>. Acesso em: 15 nov. 2025

PAULL, R. E, CHEN, N. J. Produção geral de pitaya e comercialização global. FFTC. 2019. Disponível online: http://ap.ffc.agnet.org/ap_db.php. Acesso em: 17 nov. 2025.

PINHEIRO, T.S.; FERREIRA, A.C. Espécies de Cactácea nas restingas do Nordeste brasileiro: aspectos funcionais. *Gaia Scientia*, v. 9, n. 2 p. 193-201, 2015.

PIRES, A. P. P.; LIMA, O. M. H. Análise de sensibilidade da produção de pitaya (*Hylocereus costaricensis*) fertirrigada no município de Tomé-Açu/PA: um estudo de caso. Tomé-Açu: UFRA, 2018. Disponível em: <https://bdta.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/554>. Acesso em: 20 nov. 2025.

RAVIV, M. *et al.* Substrates and their analysis. **Publicações Embryo**, 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/313419715_Substrates_and_their_analysis. Acesso em: 15 nov. 2025.

RODRIGUES, M. G. F. Cladode size and collection time for pitahaya propagation. **Ciênc. Agrotec.**, v.45, p.1-7, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-7054202145004821>. Acesso em: 15 nov. 2025.

RIZZO, P. F. Effect of Poultry Manure-Derived Compost on the Growth of *eucalypts* spp. Hybrid Clones. **Processes**. v.10, n.11, p.2182, Disponível em: <https://doi.org/10.3390/pr10112182>. Acesso em: 20 nov. 2025.

RYMBAI, H. Higher propagation and nutrient use efficiency of cladode cuttings in dragon fruit (*Hylocereus costaricensis*) due to the effect of substrates and growth regulators. **Discover Plants**, v.2, n.282, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s44372-025-00363-5>. Acesso em: 15 nov. 2025.

SANOAMUANG, N. **The challenges and experiences of dragon fruit farming and the difficulty of marketing channel for growers**. FFTC Agricultural Policy Platform (FFTC-AP). p. 1-4, 2019.

SANTOS, C. M. G. *et al.* Substratos e regulador vegetal no enraizamento de estacas de pitaya. **Rev. Ciênc. Agron.** v.41, n.4, 625-629, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902010000400016>. Acesso em: 15 nov. 2025.

SANTOS, C. M. G. *et al.* Substratos e boro no enraizamento de estacas de pitaya. **Revista Ceres**, v.57, n.6, p.795-802, 2015. Disponível em: <https://ojs.ceres.ufv.br/ceres/article/view/3573>. Acesso em: 21 nov. 2025.

SANTOS, C. M. G. *et al.* Efeito de substratos e boro no enraizamento de estacas de pitaya (*Hylocereus undatus*). **Revista Ceres**, v.57, n.6, p.755-761, 2010. Disponível em: <https://ojs.ceres.ufv.br/ceres/article/view/3573>

SANTOS, D. N.; PIO, L. A. S. FALEIRO, F. G. **Pitaya: uma alternativa frutífera**. Brasília: ProImpress, 68p, 2022.

SANTOS, T. S. Produção de mudas por semente e estaquia em pitaya. Dissertação – mestrado em sistema de produção. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira – SP, p. 237, 2021

SATO, S. T. A. *et al.* Caracterização física e físico-química de pitayas vermelhas (*Hylocereus costaricensis*) produzidas em três municípios paraenses. **J. Bioen. Food Sci.**, v.1, n.2, p.46-56, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ifap.edu.br/index.php/JBFS/es/article/view/15>. Acesso em: 20 nov. 2025.

SHAH, K.; CHEN, J.; CHEN, J. QIN, Y. Pitaya Nutrition, Biology, and Biotechnology: A Review. **International Journal of Molecular Sciences**. v.24, n.18, p.13986, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijms241813986>. Acesso em: 18 nov. 2025.

SILVA, A. de C. C. Pitaya: melhoramento e produção de mudas. 2014. 132 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2014. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/113995>. Acesso em: 18 nov. 2025.

SILVA, J. G. P. *et al.* Propagation technology of pitaya cultivars through cuttings. **Research, Society and Development**, v.11, n.16, p.e279111638096, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/38096>. Acesso em: 15 nov. 2025.

SILVA, P. R. S. *et al.* Análise energética e econômica da implantação da pitaya em manejo orgânico em Tomé-Açu/PA. **Revista Energia na Agricultura**, v.35, n.4, p. 616-626, 2020. Disponível em: <https://revistas.fca.unesp.br/index.php/energia/article/view/3987>. Acesso em: 20 nov. 2025.

SOMBROEK, W. *et al.* Amazonian Dark Earths as carbon stores and sinks. In: LEHMANN, J. et al. (eds.). **Amazonian Dark Earths**. Dordrecht: Kluwer, 2003.

SOUZA, G. H. O. *et al.* Potencial de cultivo e impactos das mudanças climáticas na aptidão edafoclimática da pitaya (*H. undatus* e *S. megalanthus*) no centro-oeste do Brasil. **Revista Internacional Resiliência Ambiental Pesquisa e Ciência Sociedade**, v.4, n.1, p.1-16, 2022. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/ijerrs/article/view/26422/20322>. Acesso em: 20 nov. 2025.

SOUZA, R. R. *et al.* Qualidade de mudas de mamão produzidas em substrato com esterco caprino e doses de superfosfato simples. **Agrarian**, v.8, n.28, p.139-146, 2015. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/agrarian/article/view/2713>. Acesso em: 15 nov. 2025.

STOLF, R. *et al.* Method to estimate soil macroporosity and microporosity based on sand content and bulk density. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v.35, n.2, p.447-59, 2011. Disponível em: [10.1590/S0100-06832011000200014](https://doi.org/10.1590/S0100-06832011000200014). Acesso em: 15 nov. 2025.

TARTE, I. *et al.* Unfolding the potential of dragon fruit (*Hylocereus spp.*) for value addition: A review. **Efood**, v.4, p.1-19, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/efd2.76>. Acesso em: 18 nov. 2025.

THOMAZINI, S. C. N. Reutilização de cama de aviário compostada na produção e no crescimento inicial de mudas de eucalipto. **Research, Society and Development**, v.11, n.10,

P.e535111033141, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i10.33141>. Acesso em: 18 nov. 2025.

VERMA, A. B. R. S. *et al.* Effect of different growing media on root growth of dragon fruit cuttings [*hylocereus undatus* l. (haworth) britton & rose]. **Plant Archives**, v.25, n.1, 2025 p.288-292, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.51470/PLANTARCHIVES.2025.v25.supplement-1.040>. Acesso em: 15 nov. 2025.

VERONA-RUIZ, A.; URCIA-CERNA, J.; PAUCAR-MENACHO, L. M. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Cultivo, características físicoquímicas, composição nutricional e compostos bioativos. *Ciência Agropecuária*, v.11, n.3, p.439-453, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.1>. Acesso em: 18 nov. 2025.

WAKCHAURE, G. C. *et al.* Dragon Fruit Cultivation in India: Scope, Marketing, Constraints and Policy Issues. Technical Bulletin n.46. ICAR-National Institute of Abiotic Stress Management, Baramati, Pune, Maharashtra, India. 2020. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/348844028>. Acesso em: 18 nov. 2025.