



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS

Jackson Felipe Cardoso

**PROPAGAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO DA FENOLOGIA, PRODUÇÃO E  
QUALIDADE DOS FRUTOS DE PITAYA EM FLORIANÓPOLIS - SC**

Florianópolis, 2024

Jackson Felipe Cardoso

**PROPAGAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO DA FENOLOGIA, PRODUÇÃO E  
QUALIDADE DOS FRUTOS DE PITAYA EM FLORIANÓPOLIS - SC**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação  
em Recursos Genéticos Vegetais da Universidade  
Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de  
mestre em Ciência.

Orientador: Prof. Alberto Fontanella Brighenti, Dr.

Florianópolis, 2024

Ficha catalográfica gerada por meio de sistema automatizado gerenciado pela BU/UFSC.  
Dados inseridos pelo próprio autor.

Cardoso, Jackson Felipe  
Propagação, caracterização da fenologia, produção  
e qualidade dos frutos de Pitaya em Florianópolis -  
SC / Jackson Felipe Cardoso ; orientador, Alberto  
Fontanella Brighenti, 2024.  
88 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós  
Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Florianópolis,  
2024.

Inclui referências.

1. Recursos Genéticos Vegetais. 2. Abortamento de  
botões florais. 3. Fruta do dragão. 4. Polinização. 5.  
Enraizamento. I. Brighenti, Alberto Fontanella. II.  
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós  
Graduação em Recursos Genéticos Vegetais. III. Título.

Jackson Felipe Cardoso

**PROPAGAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO DA FENOLOGIA, PRODUÇÃO E  
QUALIDADE DOS FRUTOS DE PITAYA EM FLORIANÓPOLIS - SC**

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Profa. Rosete Pescador, Dra.  
Instituição CCA/UFSC

Alessandro Borini Lone, Dr.  
Instituição Epagri

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em Ciência.

---

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

---

Prof. Alberto Fontanella Brighenti, Dr.  
Orientador

Florianópolis, 2024.

## **AGRADECIMENTOS**

À minha família, por me incentivarem em todas as minhas decisões, em especial à minha mãe Sandra Regina Cardoso que sempre esteve ao meu lado dando apoio e suporte emocional em minha vida toda, ao meu pai Dalmes Manoel Cardoso que foi um grande incentivador nos estudos e sempre se orgulhou em todas as minhas conquistas.

Ao meu orientador Prof. Dr. Alberto Fontanella Brighenti, pela oportunidade, pelos ensinamentos e pela paciência ao longo desse período.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos e à Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Centro de Ciências Agrárias (CCA) e seus servidores. Ao Núcleo de Estudos da uva e do vinho (NEUVIN) a qual sou vinculado. Em especial à Carolina Zimmermann, Luiz Brighenti, Gabriela Matias e Loïsiana Feuser pela amizade, pelos momentos descontraídos, diante de tantos desafios e pelo auxílio no desenvolvimento deste trabalho.

A todos que estiveram presentes neste processo.

## RESUMO

A cadeia produtiva da pitaya vem passando por grandes mudanças nos últimos anos e apresenta grande potencial econômico para a cultura, especialmente na região do litoral catarinense. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho produtivo da pitaya *H. polyrhizus* e *S. undatus*, em diferentes tipos de polinização, caracterizar sua fenologia nas condições de Florianópolis - SC, e avaliar o efeito de bioestimulantes na propagação de diferentes genótipos de pitaya. As avaliações foram conduzidas entre novembro de 2021 a maio de 2023, em duas safras, no Centro de Ciências Agrárias/UFSC, a 5 m de altitude, no município de Florianópolis. Foram avaliadas características fenológicas reprodutivas e correlacionadas com condições meteorológicas locais. Foi elaborada uma escala fenológica com imagens do acompanhamento dos estádios florais e de frutos. Foi feita uma relação de botões florais produtivos e abortados. Foram realizadas avaliações de produção e qualidades físicas e químicas dos frutos. Foram realizadas avaliações de produção, características físicas e químicas em função do tipo de polinização. Foram realizadas avaliações com bioestimulantes a base de extrato de alga em mudas das espécies de pitaya *S. undatus*, *H. polyrhizus*, Golden, *S. costaricensis* e *H. setaceus*. Pôde-se observar 4 a 5 ciclos produtivos, com aumento do tempo de maturação de fruto aumentando com a redução da temperatura e radiação. *H. polyrhizus* apresentou maior taxa de abortamento de botões em relação à *S. undatus*, mas com maior quantidade de flores ao final. *S. undatus* apresentou melhor qualidade de fruto comparado à *H. polyrhizus*. O uso da polinização cruzada foi eficiente no aumento da produtividade nos genótipos avaliados, além da melhora da qualidade dos frutos. Não foi observada autoincompatibilidade em nenhum dos genótipos avaliados. O uso do bioestimulante a base de extrato alga se mostrou eficiente para a propagação dos genótipos Golden e *S. undatus*. Porém, afetou de forma negativa o desenvolvimento radicular do genótipo *S. setaceus*. Os genótipos *S. costaricensis* e *S. setaceus* demonstraram ter menor vigor de desenvolvimento vegetativo em relação aos genótipos *H. polyrhizus*, *S. undatus* e Golden.

**Palavras-chave:** Abortamento de botões florais. Fruta do dragão. Polinização. Enraizamento.

## ABSTRACT

The pitaya production chain has undergone major changes in recent years and presents great economic potential for the crop, especially in the Santa Catarina coast region. The objective of this work was to evaluate the productive performance of the pitaya *H. polyrhizus* and *S. undatus*, in different types of pollination, characterize their phenology in the conditions of the city of Florianópolis, and evaluate the effect of biostimulants on the propagation of different pitaya genotypes. The evaluations were conducted between November 2021 and May 2023, in two harvests, at the Agricultural Sciences Center/UFSC, at 5 m altitude, in the municipality of Florianópolis - SC. Reproductive phenological characteristics were evaluated and correlated with local meteorological conditions. A phenological scale was created with images of the floral and fruit stages. A list of productive and aborted flower buds was made. Evaluations of production and physical and chemical qualities of the fruits were carried out. Production, physical and chemical characteristics were evaluated depending on the type of pollination. Evaluations were carried out with biostimulants based on algae extract on seedlings of the pitaya species *S. undatus*, *H. polyrhizus*, Golden, *S. costaricensis* and *H. setaceus*. Four to five production cycles could be observed, with fruit maturation time increasing with the reduction in temperature and radiation. *H. polyrhizus* had a higher rate of bud abortion compared to *S. undatus*, but with a greater number of flowers at the end. *S. undatus* showed better fruit quality compared to *H. polyrhizus*. The use of cross-pollination was efficient in increasing productivity in the evaluated genotypes, in addition to improving fruit quality. No self-incompatibility was observed in any of the genotypes evaluated. The use of a biostimulant based on algae extract proved to be efficient for the propagation of the Golden and *S. undatus* genotypes. However, it negatively affected the root development of the *S. setaceus* genotype. The *S. costaricensis* and *S. setaceus* genotypes demonstrated lower vegetative development vigor compared to the *H. polyrhizus*, *S. undatus* and Golden genotypes.

**Keywords:** Dragon fruit. Flower bud abortion. Pollination. Rooting.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sequência de desenvolvimento de botão floral a fruto de pitaya vermelha de polpa vermelha ( <i>H. polyrhizus</i> ) em Florianópolis - SC.....	31
Figura 2. Sequência de desenvolvimento de botão floral a fruto de pitaya vermelha de polpa branca ( <i>S. undatus</i> ) em Florianópolis - SC.....	33
Figura 3. Período médios de estádios fenológicos, da emergência e desenvolvimento de botões florais, à antese, e ao desenvolvimento e maturação de frutos, em dias, separados por ciclos, de <i>H. polyrhizus</i> e <i>S. undatus</i> , na safra de 2021/2022.....	34
Figura 4. Precipitação acumulada (mm), Temperatura média (°C), Fotoperíodo médio (horas) e radiação solar média (W/m <sup>2</sup> ), dos meses de setembro de 2021 à maio de 2022. ....	35
Figura 5. Período médios de estádios fenológicos, da emergência e desenvolvimento de botões florais, à antese, e ao desenvolvimento e maturação de frutos, em dias, separados por ciclos, de <i>H. polyrhizus</i> e <i>S. undatus</i> , na safra de 2022/2023.....	37
Figura 6. Precipitação acumulada (mm), Temperatura média (°C), Fotoperíodo médio (horas) e radiação solar média (W/m <sup>2</sup> ), dos meses de setembro de 2022 à maio de 2023. ....	38
Figura 7. Temperatura média (°C) e radiação solar média (W/m <sup>2</sup> ) das safras 2021/2022 e 2022/2023, dos meses de setembro à maio. ....	39
Figura 8. Registro de botão floral de <i>H. polyrhizus</i> abortado logo após a emergência. ....	40
Figura 9. Botões florais emitidos, abortados e viáveis, por planta, de <i>H. polyrhizus</i> e <i>S. undatus</i> , por ciclo, na safra 2021/2022. ....	41
Figura 10. Botões florais emitidos, abortados e viáveis, por planta, de <i>H. polyrhizus</i> e <i>S. undatus</i> , por ciclo, na safra 2022/2023.....	43
Figura 11. Porcentagem de taxa de frutificação de <i>S. undatus</i> e <i>H. polyrhizus</i> nas safras de 2021/2022 e 2022/2023 em função da polinização cruzada, autopolinização e polinização natural. ....	57
Figura 12. Exemplo de avaliação de massa seca de raiz de <i>H. polyrhizus</i> . A: Controle; B: 2 x Extrato de Alga; C: 4 x Extrato de Alga.....	76
Figura 13. Exemplo de avaliação de massa seca de raiz de <i>S. undatus</i> . A: Controle; B: 2 x Extrato de Alga; C: 4 x Extrato de Alga.....	76
Figura 14. Exemplo de avaliação de massa seca de raiz de Golden. A: Controle; B: 2 x Extrato de Alga; C: 4 x Extrato de Alga. ....	77
Figura 15. Exemplo de avaliação de massa seca de raiz de <i>S. costaricensis</i> . A: Controle; B: 2 x Extrato de Alga; C: 4 x Extrato de Alga.....	77

Figura 16. Exemplo de avaliação de massa seca de raiz de *S. setaceus*. A: Controle; B: 2 x Extrato de Alga; C: 4 x Extrato de Alga.....77

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise de variância e coeficiente de variação para os fatores espécie, ciclo e para interação espécie*ciclo. ....	44
Tabela 2. Massa de fruto (g) e massa de polpa (g) dos genótipos <i>S. undatus</i> e <i>H. polyrhizus</i> para os ciclos das safras de 2021/2022 e 2022/2023. ....	45
Tabela 3. Massa de casca (g) e rendimento de polpa (%) dos genótipos <i>S. undatus</i> e <i>H. polyrhizus</i> para os ciclos das safras de 2021/2022 e 2022/2023. ....	46
Tabela 4. Concentração de Ácido málico (%) e Sólidos Solúveis (°Brix) dos genótipos <i>S. undatus</i> e <i>H. polyrhizus</i> para os ciclos das safras de 2021/2022 e 2022/2023. ....	47
Tabela 5. Relação SS / AT e pH dos genótipos <i>S. undatus</i> e <i>H. polyrhizus</i> para os ciclos das safras de 2021/2022 e 2022/2023. ....	49
Tabela 6. Análise de variância e coeficiente de variação para os fatores espécie, polinização e para interação espécie*polinização. ....	56
Tabela 7. Massa de fruto (g), massa de polpa (g), massa de casca (g), rendimento de polpa (%) e produtividade (Kg/planta) em função do tipo de polinização nos genótipos <i>S. undatus</i> e <i>H. polyrhizus</i> nas safras de 2021/2022 e 2022/2023. ....	59
Tabela 8. Comprimento de fruto, índice de formato de fruto e espessura de casca (mm) em função do tipo de polinização, nos genótipos <i>S. undatus</i> e <i>H. polyrhizus</i> nas safras de 2021/2022 e 2022/2023. ....	61
Tabela 9. pH, ácido málico (%), sólidos solúveis (°Brix) e relação SS/AT em função do tipo de polinização, nos genótipos <i>S. undatus</i> e <i>H. polyrhizus</i> nas safras de 2021/2022 e 2022/2023. ....	62
Tabela 10. Taxa de Enraizamento (%) de diferentes genótipos de pitaya submetidos a aplicação de bioestimulante a base de extrato de algas. ....	69
Tabela 11. Taxa de Brotação (%) de diferentes genótipos de pitaya submetidos a aplicação de bioestimulante a base de extrato de algas. ....	70
Tabela 12. Número de brotações de diferentes genótipos de pitaya submetidos a aplicação de bioestimulante a base de extrato de algas. ....	71
Tabela 13. Comprimento da maior brotação (cm) de diferentes genótipos de pitaya submetidos a aplicação de bioestimulante a base de extrato de algas. ....	71
Tabela 14. Número de raízes de diferentes genótipos de pitaya submetidos a aplicação de bioestimulante a base de extrato de algas. ....	72
Tabela 15. Comprimento da maior raiz (cm) de diferentes genótipos de pitaya submetidos a aplicação de bioestimulante a base de extrato de algas. ....	73

Tabela 16. Comprimento médio de raiz (cm) de diferentes genótipos de pitaya submetidos a aplicação de bioestimulante a base de extrato de algas. ....	74
Tabela 17. Massa fresca de raiz (g) de diferentes genótipos de pitaya submetidos a aplicação de bioestimulante a base de extrato de algas. ....	75
Tabela 18. Massa seca de raiz (g) de diferentes genótipos de pitaya submetidos a aplicação de bioestimulante a base de extrato de algas. ....	76

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

% – Por Cento

°Brix – Concentração de açúcar em uma solução

°C – Graus Celsius

ANOVA – Análise de Variância

AT – Acidez Titulável

C3 – Plantas C3

C4 – Plantas C4

CAM – Crassulacean Acid Metabolism (Metabolismo Ácido das Crassuláceas)

CE – Ceará

Cfa – Clima Subtropical Úmido

CIRAM – Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina

CO<sub>2</sub> – Dióxido de carbono

CV – Coeficiente de Variação

EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

g – Gramas

ha – Hectare

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

Kg – Quilograma

L – Litro

m – Metro

ml – Mililitros

m<sup>2</sup> – Metro quadrado

max – Máxima

med – Média

min – Mínima

MG – Minas Gerais

mm – Milímetro

N – Normalidade

n – Volume gasto de NaOH para titulação

NADPH – Fosfato de dinucleótido de nicotinamida e adenina

NaOH – Hidróxido de Sódio

NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration (Administração Oceânica e Atmosférica Nacional)

PEP – Fosfoenolpiruvato

SC – Santa Catarina

SP – São Paulo

SS – Sólidos Solúveis

T – Temperatura

t – Tonelada

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

UR – Umidade Relativa do Ar

W/m<sup>2</sup> – Watt por Metro Quadrado

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>16</b>
1.1	OBJETIVO GERAL .....	17
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	17
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>18</b>
2.1	ASPECTOS GERAIS DA CULTURA .....	18
2.2	VARIETADES .....	19
2.3	FENOLOGIA .....	20
2.4	BIOLOGIA FLORAL E REPRODUTIVA .....	22
2.5	QUALIDADE DE FRUTOS DE PITAYA .....	23
<b>3</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DA FENOLOGIA DA PITAYA EM FLORIANÓPOLIS - SC .....</b>	<b>25</b>
3.1	RESUMO .....	25
3.2	INTRODUÇÃO .....	25
3.3	MATERIAL E MÉTODOS .....	27
<b>3.3.1</b>	<b>Caracterização da área de estudo .....</b>	<b>27</b>
<b>3.3.2</b>	<b>Origem das mudas .....</b>	<b>27</b>
<b>3.3.3</b>	<b>Instalação, condução e delineamento experimental .....</b>	<b>27</b>
<b>3.3.4</b>	<b>Avaliações climáticas .....</b>	<b>28</b>
<b>3.3.5</b>	<b>Características fenológicas reprodutivas .....</b>	<b>29</b>
<b>3.3.6</b>	<b>Avaliação de qualidade de frutos .....</b>	<b>29</b>
<b>3.3.7</b>	<b>Análise dos dados .....</b>	<b>30</b>
3.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	30
3.5	CONCLUSÕES .....	49
<b>4</b>	<b>QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DE FRUTOS DE PITAYA EM FUNÇÃO DO TIPO DE POLINIZAÇÃO .....</b>	<b>50</b>
4.1	RESUMO .....	50
4.2	INTRODUÇÃO .....	50
4.3	MATERIAL E MÉTODOS .....	52
<b>4.3.1</b>	<b>Caracterização da área de estudo .....</b>	<b>52</b>
<b>4.3.2</b>	<b>Origem das mudas .....</b>	<b>52</b>
<b>4.3.3</b>	<b>Instalação, condução e delineamento experimental .....</b>	<b>52</b>
<b>4.3.4</b>	<b>Caracterização dos polinizadores locais .....</b>	<b>54</b>
<b>4.3.5</b>	<b>Avaliação da produção e produtividade .....</b>	<b>54</b>
<b>4.3.6</b>	<b>Avaliação de pós colheita de frutos .....</b>	<b>54</b>
<b>4.3.6.1</b>	<b>Características físicas .....</b>	<b>54</b>
<b>4.3.6.2</b>	<b>Características químicas .....</b>	<b>55</b>
<b>4.3.7</b>	<b>Análise dos dados .....</b>	<b>55</b>
4.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	55
4.5	CONCLUSÕES .....	63
<b>5</b>	<b>FREQUENCIA DE APLICAÇÃO DE BIOESTIMULANTE NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE DIFERENTES GENÓTIPOS DE PITAYA .....</b>	<b>64</b>

5.1	RESUMO .....	64
5.2	INTRODUÇÃO.....	65
5.3	MATERIAL E MÉTODOS .....	66
<b>5.3.1</b>	<b>Caracterização da área de estudo e origem das mudas .....</b>	<b>66</b>
<b>5.3.2</b>	<b>Preparo das mudas e substrato .....</b>	<b>67</b>
<b>5.3.3</b>	<b>Tratamentos e avaliações .....</b>	<b>67</b>
<b>5.3.4</b>	<b>Análise estatística.....</b>	<b>68</b>
5.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	68
5.5	CONCLUSÕES .....	78
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>79</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>80</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>88</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil, com seu grande território e diferentes tipos de climas, tem grande produção de frutas tropicais e exóticas, ao longo de todo o ano (DERETTI, *et al.*, 2015), sendo um dos maiores produtores do mundo, contando com uma produção superior a 40 milhões de toneladas em 2020 (KIST, *et al.*, 2021), tornando uma importante fonte de renda e de geração de emprego. A pitaya chegou ao Brasil na década de 1990, quando importações da Colômbia chamaram a atenção de fruticultores brasileiros. Antes disso, o fruto tinha o consumo limitado a regiões da Europa, América do Norte e Austrália (LIMA, 2013).

No estado de Santa Catarina, a produção frutífera alcança 1,3 milhão de toneladas por safra em uma área de 55 mil hectares destinada à produção de frutas. O estado é destaque na produção de frutíferas de clima temperado como uva e maçã e de clima tropical como a banana, atividade exercida principalmente em propriedades familiares rurais (GOULART JUNIOR, *et al.*, 2017). É o segundo estado de maior produção de pitaya no Brasil, onde a cadeia produtiva ainda é recente e com pouca área destinada ao seu uso, porém de grande potencial. Com cerca de 300 ha e produção de 4.500 toneladas em 2022, a cultura da pitaya no estado tem cerca de 90% da sua produção baseada na agricultura familiar (GOULART JUNIOR, *et al.*, 2023).

A pitaya, uma cactácea originária das florestas tropicais da América Central e América do Sul, possui atributos físicos, nutricionais e sensoriais interessantes e atraentes para uma alimentação saudável, de alta demanda pelo consumidor, sendo uma boa opção para o produtor na diversificação da fruticultura (SATO, *et al.*, 2014). É uma importante frutífera exótica na produção nacional (HA, *et al.*, 2014) e de grande valor comercial (MOREIRA, *et al.*, 2011), de rápido retorno financeiro, produzindo logo no primeiro ano após plantio (LE BELLEC, *et al.*, 2006). Apresenta alta perspectiva de exportação, o que auxilia, além da economia, também no desenvolvimento social e humano nas regiões produtoras (NERD e MIZRAHI, 1998). A produção da pitaya pode chegar a 20 t.ha<sup>-1</sup> até o sexto ano do plantio. Chegou a 34 t.ha<sup>-1</sup> no quinto ano em Israel (NERD, *et al.*, 2002), demonstrando grande potencial para a cultura. Além do plantio destinado à comercialização do fruto, a planta da pitaya tem alto valor e potencial como frutífera ornamental (PINTO, *et al.*, 2020).

O cultivo da pitaya pode ter grande potencial para o estado de Santa Catarina, porém é necessário que estudos sejam realizados para avaliar sua aptidão ao seu clima, opções de polinização e otimizações na produção de mudas. Esse trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho produtivo das espécies *H. polyrhizus* e *S. undatus* em Florianópolis, sob o efeito de tipos de polinização disponíveis, o uso de bioestimulante para melhorar seu enraizamento de

mudas, além de caracterizar o desenvolvimento e a fenologia dessas espécies de pitaya nas condições de Florianópolis - SC.

### 1.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o desempenho produtivo da pitaya, em diferentes tipos de polinização, caracterizar sua fenologia nas condições de Florianópolis - SC e avaliar o efeito de bioestimulantes na propagação de diferentes genótipos de pitaya.

### 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Caracterizar os estádios fenológicos de crescimento reprodutivo, em sua duração e quantificação, de *H. polyrhizus* e *S. undatus* nas condições do clima de Florianópolis - SC;

Avaliar a produção e qualidade do fruto de *H. polyrhizus* e *S. undatus* em função da polinização natural, autopolinização manual e polinização cruzada manual, nas condições do clima de Florianópolis - SC;

Avaliar o enraizamento e a brotação de estacas de pitaya em função de aplicações de bioestimulante a base de extrato de alga, SprintAlga TS®(Biolchim), aplicadas em diferentes períodos.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA

A pitaya, também conhecida como dragon fruit, é uma cactácea originária da América Central e norte da América do Sul, que apresenta grande rusticidade, e diversas espécies com potencial produtivo (POLLNOW, 2018). A pitaya tem a capacidade de se adaptar a diversos tipos de ambientes, como regiões chuvosas e de grande altitude no México, e pode sobreviver a climas com altas temperaturas, como até 40°C. Apesar de preferir a meia sombra fornecida pela floresta, algumas espécies produzem normalmente ao sol (LE BELLEC, *et al.*, 2006).

É uma frutífera perene, epífita trepadeira, com caule classificado como cladódio, suculento, na forma triangular e com espinhos de 2 a 4 mm de comprimento (CANTO, *et al.*, 1993). A partir dos cladódios, saem raízes fasciculadas e superficiais, com profundidade média de 15 cm, que fixam e absorvem os nutrientes. Com formato de baga, o fruto do gênero *Hylocereus* tem a casca vermelha coberta por escamas e a espécie *H. polyrhizus* tem a polpa vermelha, enquanto *S. undatus* tem a polpa branca. Pode apresentar sabor suave, levemente adocicado quando colhida na maturação completa e mais ácido quando colhida imatura. Suas sementes são numerosas e de cor preta distribuídas pela polpa (CORDEIRO, *et al.*, 2015). O período do desenvolvimento do seu fruto é curto, cerca de 34 a 43 dias após a antese, sendo antecipada em condições de temperaturas mais altas (DA SILVA, *et al.*, 2011). Segundo Menezes *et al.* (2015), na cidade de Lavras - MG, a maturação da pitaya para as condições climáticas locais ocorreu 41 dias após sua antese. Seu ponto de colheita é indicado pela mudança da cor verde para vermelha da casca das espécies com essa característica, (LONE, *et al.*, 2020) e pode ser avaliada observando a relação entre o teor de Sólidos Solúveis (SS) (medida do teor de açúcares do fruto, representado por °Brix) e a Acidez Total (AT) (SEYMOUR, *et al.*, 1993). Seu fruto tem durabilidade média de duas semanas em temperatura ambiente e de um mês em câmara fria (LONE, *et al.*, 2020).

Um sistema de condução tutorado da pitaya é fundamental. É normalmente feito com mourão de madeira tratada ou de concreto, com uma altura entre 1,50 e 1,70 m acima do solo. No topo do tutor é fixado um pneu fino, geralmente tipo de moto, para dar apoio a planta. A pitaya é então conduzida pelo tutor até alcançar a altura do pneu, onde emitirá os cladódios secundários que darão origem às flores e formarão sua copa em forma de guarda-chuva. O espaçamento ideal é de aproximadamente 2 e 3 m entre os tutores e 2,5 e 3,5 m entre as linhas de plantio, podendo ser usadas duas a quatro mudas por tutor. Devido à uma sobreposição entre os

cladódios, os mais antigos não florescem devido ao sombreamento e devem ser removidos pois servem apenas como dreno (LONE, *et al.*, 2020).

A pitaya é uma planta adaptada a uma vida em ambiente seco. Essa adaptação vem do fato de ser uma espécie de Metabolismo Ácido das Crassuláceas (CAM), que utilizam variações na via fotossintética usual para a fixação de CO<sub>2</sub>. Apesar do nome, o CAM não é restrito às crassuláceas, sendo encontrado em diversas outras famílias. Abacaxi (*Ananas* sp.), baunilha (*Vanilla* sp.) e agave (*Agave* sp.) são plantas CAM. Durante a noite, o CO<sub>2</sub> é capturado pela PEP carboxilase no citosol, e o malato que se forma a partir do produto oxaloacetato é armazenado no vacúolo, caracterizando a fixação noturna. Durante o dia o malato armazenado é transportado para o cloroplasto e descarboxilado pela enzima NADP-málica, o CO<sub>2</sub> liberado é fixado pelo ciclo de Calvin e o NADPH é usado para converter o produto triose fosfato descarboxilado em amido. Essa é a fase de "liberação diurna" do CO<sub>2</sub>. Dessa forma as plantas CAM conseguem economizar água, pois elas não precisam realizar a fotossíntese durante as horas quentes do dia, quando a transpiração é mais elevada. Além disso, a fotofosforilação cíclica permite que as plantas CAM evitem a fotorespiração, que é um processo que geralmente ocorre durante a fotossíntese e gera perda de energia. Plantas CAM perdem cerca de 50 a 100 g de água por grama de CO<sub>2</sub> fixado, contra 250 a 300 g e 400 a 500 g para plantas C<sub>4</sub> e C<sub>3</sub>, respectivamente. Além disso, a pitaya tem um número reduzido de estômatos, fazendo com que ela perca ainda menos água na transpiração. (TAIZ e ZEIGER, 2010).

## 2.2 VARIEDADES

A pitaya, fruto nativo das Américas, pertence à família das cactáceas e conta com aproximadamente 120 a 200 gêneros e 1.500 a 2.000 espécies (LE BELLEC, *et al.*, 2006). Entre os gêneros, os principais são *Cereus*, *Hylocereus*, *Selenicereus* e *Stenocereus*, com destaque para as espécies *Hylocereus polyrhizus* e *Selenicereus undatus* (anteriormente classificada como *Hilocereus Undatus*) (POLLNOW, 2018), que apresentam diversos nomes, como pitahaya, pitaya, pitaya vermelha, “rainha da noite” devido as grandes flores, rosadas ou brancas que apresentam sua antese noturna e que fecham na manhã seguinte (ALMEIDA, 2015), e strawberry pear, no sudeste da Ásia, e päpipi pua, no Havaí (ZEE, *et al.*, 2004). A *Selenicereus undatus* é a espécie de pitaya mais cultivada no Brasil e no mundo, tendo como característica sua casca vermelha e polpa branca (SILVA, 2014), e sabor suave e doce. Tais características tem gerado grande aceitação pelos consumidores (MARQUES, 2008). A partir da hibridação de genótipos de *S. undatus*, se alcançou novas variedades de pitaya de casca amarela e polpa

branca, chamadas de Golden de Israel e Golden Ísis (australiana). Essas variedades são muito parecidas entre si, mas com a Golden de Israel mais alongada que Golden Ísis (TRINDADE, *et al.*, 2023). *Hylocereus polyrhizus*, outra espécie muito cultivada no Brasil, também tem a casca vermelha, mas com o diferencial de ter a polpa vermelha, devido a presença de betalaínas, que além da coloração, agrega valores nutricionais (VAILLANT, *et al.*, 2005). Similar à *H. polyrhizus*, *Selenicereus costaricensis* (anteriormente classificada de *Hylocereus costaricensis*), apresenta casca vermelha e polpa vermelho-arroxeadada com presença de compostos antioxidantes (DOS SANTOS, *et al.*, 2022). Apesar de ser chamada de fruta exótica no Brasil, existem espécies nativas do Brasil, como a Pitaya-do-cerrado (*Selenicereus setaceus*), também chamada de Saborosa, que é encontrada em ambiente natural ou em cultivos domésticos nos estados de Minas Gerais, Bahia, Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso e Tocantins (JUNQUEIRA, *et al.*, 2002).

### 2.3 FENOLOGIA

A fenologia das plantas é a relação de suas fases em relação ao tempo (BIONDI, *et al.*, 2007), um conjunto de informações relacionadas a brotação, florescimento, frutificação, dispersão de sementes, que definem um padrão reprodutivo e vegetativo de uma espécie (DE MELO, *et al.*, 2015). A relevância do estudo da fenologia de uma frutífera se dá pela importância de as informações obtidas resultarem em um manejo cultural mais adequado (MARO, *et al.*, 2012). Esse estudo é importante também para relacionar com as condições ambientais em que a espécie será cultivada (SEGANTINI, *et al.*, 2010).

O estudo das fases fenológicas da pitaya em diferentes condições de clima pode auxiliar no entendimento dos mecanismos de crescimento e reprodução da espécie e seu ciclo, melhorando as opções para seu cultivo em maior escala (MARQUES, 2010). As variáveis meteorológicas que mais influenciam sua fenologia são a umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica, temperatura e fotoperíodo, sendo essencial conhecer esses fatores para entender melhor seus estádios (MARQUES, *et al.*, 2011). A pitaya *S. undatus* floresce quando as temperaturas estão próximas de 30°C e a umidade relativa do ar é alta (GUNASENA, *et al.*, 2007; JAYA, 2018). Nerd *et al.* (2002) apontaram que a umidade relativa adequada na fase reprodutiva da pitaya está entre 60 e 80%. Além da temperatura e umidade, a pitaya responde ao fotoperíodo e a floração é induzida por noites curtas (LE BELLEC, *et al.*, 2006; GUNASENA, *et al.*, 2007; JIANG, *et al.*, 2012; TAIZ e ZEIGER, 2010). Seu florescimento ocorre de forma assíncrona, havendo floração em diferentes estádios de diferenciação e o

desenvolvimento de frutos de forma simultânea (MIZRAHI e NERD, 1999; NERD, *et al.*, 1999), ocorrendo em forma de ciclos bem distintos, podendo chegar a 8 ciclos por safra, quando um grande número de flores abre em um período de tempo mais curto (PUSHPAKUMARA, *et al.*, 2005). No hemisfério sul, o período de florescimento ocorre entre novembro à abril, período com maior índice pluviométrico e temperatura mais alta, com cerca de quatro ciclos (MARQUES, *et al.*, 2011; LONE, *et al.*, 2020). As espécies de pitaya vermelha *S. undatus* e *H. polyrhizus* apresentam período médio da formação do botão floral até a antese, sua abertura, de 23 dias (LONE, *et al.*, 2020). O fruto da pitaya é não climatérico e o prolongamento do tempo do fruto maduro no campo, que pode variar de 30 a 50 dias, aumenta seus teores de açúcar e também seu tamanho (ZEE, *et al.*, 2004).

A pitaya é considerada uma planta de dias longos, pois emite seus botões florais normalmente no verão, quando o fotoperíodo regula a emissão de botões florais ou brotações vegetativas (JIANG, *et al.*, 2012). O desenvolvimento dos botões florais ocorre quando há diferenciação das gemas (aureolas) de vegetativa para reprodutiva, o que está atribuído às condições de temperatura e luminosidade adequadas. Fotoperíodo longo de 14h e temperaturas diárias de 29/19°C favorecem a diferenciação das gemas para emissão de botões florais, enquanto fotoperíodo mais curto e temperaturas amenas, inferiores a 27/17°C, inibem seu desenvolvimento (CHU e CHANG, 2020).

O tempo da emissão do botão floral à antese, de espécies de pitaya vermelha, é bastante variado entre os trabalhos publicados, podendo levar cerca de 21 dias para a *S. undatus* (NERD, *et al.*, 2002; COSTA, *et al.*, 2014), 23 dias para *S. undatus* e *H. polyrhizus* ou ainda 16 a 17 dias para *S. undatus*, *S. costaricensis* e *H. polyrhizus* (ZEE, *et al.*, 2004). A abertura da flor ocorre rapidamente, iniciada por volta das 19h, até as 22h (ZEE, *et al.*, 2004) com duração aproximada de 12h (LONE, *et al.*, 2020), até a manhã seguinte, quando ocorre a murcha. Em dias nublados e com temperatura mais amenas, o período até o fim da antese pode ser mais alongado (ZEE, *et al.*, 2004). Segundo Tel-Zur *et al.* (2011), há alta variação no número de flores por planta entre espécies da família cactaceae, de 3,7 de *Epiphyllum* sp. à 246,7 de *Disocactus flagelliformis*, e no gênero *Hylocereus*, *H. ocamponis* e *H. monacanthus* apresentaram 4,0 e 55,3 flores por planta, respectivamente. Já na espécie comercial *S. undatus*, Osuna-Enciso *et al.* (2016) observou safras com variação de 35 a 69 flores por planta, em pomar adulto, porém com queda no fruitset, com variação de 20 a 33 frutos por planta. Após a fecundação dos ovários, há o desenvolvimento e maturação do fruto, com duração variando de acordo com condições ambientais de temperatura e radiação, levando de 34 a 43 dias (DA

SILVA, *et al.*, 2011). sendo indicada pela mudança da cor da casca de verde para vermelha (LONE, *et al.*, 2020).

## 2.4 BIOLOGIA FLORAL E REPRODUTIVA

As flores das pitayas *S. undatus* e *H. polyrhizus* são monoicas, ou seja, possuem órgãos masculinos e femininos na mesma flor, tendo as estruturas reprodutivas nas mesmas posições, dimensões e quantidade, variando apenas na coloração. Elas são grandes, medindo cerca de 27 cm de comprimento e 30 cm de diâmetro, na antese. A estrutura da flor inclui um cálice com cerca de 77 sépalas e uma corola com cerca de 23 pétalas. O androceu, órgão reprodutor masculino, é composto por cerca de 800 estames, formados pelos estiletes e anteras, onde ficam depositados os grãos de pólen. O gineceu, órgão reprodutor feminino, é composto por um único estigma, onde é recebido os grãos de pólen, que desce pelo estilete até alcançar o ovário para fecundar os óvulos e dar origem às milhares de sementes no fruto. Nessas espécies ocorre a hercogamia, quando os estames ficam separados do gineceu, cerca de 2 cm abaixo, o que torna difícil a autopolinização, levando à alogamia. Outras espécies de pitaya não apresentam essa diferença de altura entre estames e gineceu, como o caso da *S. megalanthus* (CRUZ e SANT'ANNA MARTINS, 2022).

Para a formação de frutos de pitaya é essencial que ocorra a polinização, seja de forma artificial ou por agentes polinizadores (MENEZES, *et al.*, 2015). A polinização é influenciada por agentes bióticos, como insetos ou animais polinizadores, ou agentes abióticos, como vento e água (DE BRITO e DE SOUZA, 2020). Flores que não são polinizadas não produzem fruto e abortam, resultando em baixa produtividade. A falta de polinização pode estar relacionada a diversos fatores como a distância entre o estigma e a antera, ou forte chuva, que pode lavar o pólen e também afastar polinizadores (DOS SANTOS ARAGÃO, *et al.*, 2019), diminuindo o sucesso da polinização natural. Os principais polinizadores naturais da pitaya são as abelhas, vespas, besouros (MUNIZ, 2017), morcegos e mariposas (VALIENTE-BANUET, *et al.*, 2007). Apesar da antese ocorrer em maior período durante a noite, pela manhã também ocorre a polinização, por abelhas (LE BELLEC, 2004; MARQUES, *et al.*, 2011) e mariposas (ZEE, *et al.*, 2004). Os polinizadores transferem os grãos de pólen das anteras da flor até o estigma da mesma flor (autopolinização) ou para outra flor da mesma ou diferente espécie (polinização cruzada) (DAR, *et al.*, 2017). A pitaya pode apresentar polinização alógama, autógama ou ambas, dependendo da variedade (PIO, *et al.*, 2020).

A polinização natural espontânea da pitaya ocorre de forma deficiente devido à falta de polinizadores eficientes (MERTEN, 2003). Quando realizada a polinização manual, pode-se obter um número maior de frutos com maior massa em relação à polinização natural espontânea, principalmente se ocorrer de forma cruzada entre espécies compatíveis (TRAN, *et al.*, 2015). Dessa forma a polinização manual da flor da pitaya é essencial para se obter maior qualidade e produtividade do fruto (LONE, *et al.*, 2020). A Polinização artificial pode ter diferentes resultados dependendo da variedade do doador de pólen, sendo considerada simples e é facilitada pelas características florais, no gênero *Hylocereus*. O processo pode ser realizado a noite, na abertura das flores (MUNIZ, *et al.*, 2020), ou de forma antecipada, na fase de pré-antese, durante a tarde, quando o estiga já demonstra receptividade ao pólen (MUNIZ, *et al.*, 2019).

## 2.5 QUALIDADE DE FRUTOS DE PITAYA

A qualidade do fruto da pitaya pode ser atribuída a vários fatores que levam a decisão de compra pelo consumidor, como cor, frescor, sabor, textura, firmeza, deterioração e defeitos, valor nutricional, segurança e o tamanho (CORDEIRO, *et al.*, 2015), sendo esse último o fator mais importante pois é determinante para a classificação, considerando que as maiores alcançam os melhores preços (THEN, 2012).

O aumento do fruto se dá ao longo dos dias após a antese, e diminui a partir de um período. Tal fenômeno deve estar associado a desidratação. Menezes *et al.* (2015) observou que os frutos ganharam massa do 21º ao 41º dia após a antese, porém perdendo massa no 46º dia. O tamanho do fruto pode variar bastante, e dependem de diversos fatores, como o clima, adubação e manejo, podendo ser pequenos, com 70 g, e grandes, com 750 g (LIMA, *et al.*, 2014), podendo ter cerca de 55 a 70% do rendimento da polpa em relação a massa do fruto (OSUNA-ENCISO, *et al.*, 2016).

As propriedades funcionais e nutricionais têm sido fator determinante para o aumento do consumo da fruta (LIMA, *et al.*, 2014). As antocianinas e os flavonoides agem como agentes antioxidantes e podem ser utilizados como corantes naturais (FIGUEROA, *et al.*, 2011). Além disso, são ricas em fibras, proteínas, carboidratos, lipídeos, vitaminas, minerais, compostos fenólicos (RABELO, 2018), licopeno, betacaroteno, magnésio, polifenóis, potássio (DE ABREU, *et al.*, 2012), com alto teor de betacianina (VAILLANT, *et al.*, 2005), junto com aparência e sabor, características muito atraentes para o consumidor pois a pitaya pode ajudar no tratamento de problemas como a obesidade e diabete (SONG, *et al.*, 2016). A pitaya de polpa

vermelha, *H. polyrhizus*, apresenta maiores valores de componentes bioativos e atividade antioxidante, além da importante presença de betalaínas, em relação a pitaya de polpa branca, *S. undatus* (ANGONESE, *et al.*, 2021; VAILLANT, *et al.*, 2005).

O teor de sólidos solúveis é uma medida indireta nos teores de açúcar em frutos. Na pitaya, os sólidos solúveis aumentam de forma linear desde a formação do fruto até os estádios finais da maturação do fruto, variando entre 3,4°Brix dias antes da maturação e 19,48°Brix ao término da maturação (MENEZES, *et al.*, 2015).

A concentração de ácidos, principalmente do ácido málico, indica a qualidade e o sabor do fruto da pitaya. Tais características são perdidos ao longo do tempo após a colheita e podem ser amenizadas ao se armazenar o fruto em câmara fria (CRUZ e SANT'ANNA MARTINS, 2022). A avaliação da acidez é adquirida pelo método da titulação, e é expressa normalmente em % de ácido málico para frutos de pitaya. Os valores da acidez em frutos maduros variam bastante, como de 0,37 a 0,87% (OSUNA-ENCISO, *et al.*, 2016) e 0,29 a 2,51%. Os valores da concentração de ácido málico aumentam durante o desenvolvimento do fruto até seu ponto máximo, antes da mudança de cor do fruto, e diminuem ao longo da maturação (MENEZES, *et al.*, 2015).

A importância da relação Sólidos Solúveis Totais (SS) / Acidez Total (AT) indica a qualidade para o consumo de frutos de *S. undatus*. Frutos de boa qualidade precisam ter a relação SS / AT inferior a 40 (NERD, *et al.*, 1999; VAN TO, *et al.*, 2000). Em Iucatã (México), valores inferiores (33,5) já foram obtidos (CENTURIÓN-YAH, *et al.*, 2008). Um índice superior a 40 seria obtido em frutos sem sabor devido à perda de ácidos orgânicos durante a respiração (VAN TO, *et al.*, 2000).

Para se alcançar essas características físico-químicas, práticas de manejo e fatores edafoclimáticos adequados (FAGUNDES e YAMANISHI, 2001) tais como o uso de cruzamento na polinização manual (CRUZ e SANT'ANNA MARTINS, 2022) são essenciais.

### 3 CARACTERIZAÇÃO DA FENOLOGIA DA PITAYA EM FLORIANÓPOLIS - SC

#### 3.1 RESUMO

A pitaya é uma cactácea frutífera rústica com alta capacidade de se adaptar a diversos climas. O estudo da sua fenologia se dá pela importância de compreender os mecanismos de seu crescimento e ciclo produtivo, para um melhor manejo da cultura. Este trabalho teve como objetivo caracterizar os estádios fenológicos de crescimento reprodutivo, para as espécies *H. polyrhizus* e *S. undatus* nas condições do clima de Florianópolis - SC. O experimento foi conduzido entre novembro de 2021 a maio de 2023, em duas safras, na Fazenda Experimental da Ressacada/CCA/UFSC, a 5 m de altitude, no município de Florianópolis. As mudas foram plantadas em pares a tutores de concreto, com 24 mudas de *S. undatus* e 24 mudas de *H. polyrhizus* distribuídas em 2 linhas de plantio, com espaçamento de 3 m entre si e 2 m entre tutores. Foram avaliadas características fenológicas reprodutivas e correlacionadas com condições meteorológicas locais: número de ciclos produtivos por safra, flores por planta, duração da florada e frutificação. Foi elaborada uma escala fenológica com imagens do acompanhamento dos estádios florais e de frutos. Foi feito um índice na relação de botões florais produtivos e abortados. Foram realizadas avaliações de produção e qualidades físicas e químicas dos frutos. Pôde-se observar 4 a 5 ciclos produtivos, com aumento do tempo de maturação de fruto aumentando com a redução da temperatura e radiação. *H. polyrhizus* apresentou maior taxa de abortamento de botões em relação à *S. undatus*, porém, com maior quantidade de flores ao final. *H. polyrhizus* demonstrou ter maior média de massa de fruto e rendimento de polpa do que *S. undatus* em ambas as safras, tendo maior média de massa de polpa, apenas na segunda safra, enquanto *S. undatus* apresentou maior massa de casca na segunda safra. *S. undatus* apresentou melhor qualidade de fruto comparado à *H. polyrhizus*, na relação SS / AT. Não foram observadas diferenças produtivas significativas entre os ciclos e entre as safras avaliadas.

**Palavras chave:** Abortamento de botões florais. *Hylocereus polyrhizus*. Qualidade de fruto. *Selenicereus undatus*.

#### 3.2 INTRODUÇÃO

A pitaya, também conhecida como fruta do dragão, é uma cactácea originária das Américas Central e do Sul (IBRAHIM, *et al.*, 2018). Seu fruto tem sido muito apreciado pelos

consumidores devido aos aspectos qualitativos de sabor e textura, além dos benefícios que traz para a saúde (LIMA, *et al.*, 2014). Tornou-se uma ótima opção de diversificação da fruticultura (SATO, *et al.*, 2014), especialmente no estado de Santa Catarina, que se caracteriza por um grande número de pequenas propriedades.

É uma frutífera rústica com alta capacidade de se adaptar e sobreviver a diversos climas e altitudes (LE BELLEC, *et al.*, 2006). Tal capacidade de adaptação se dá por ser uma planta da família das cactáceas, com o Metabolismo Ácido das Crassuláceas (CAM), que evoluíram para economizar a água durante a fotossíntese, além de possuir um menor número de estômatos (TAIZ e ZEIGER, 2010). O estudo da fenologia da pitaya se dá pela importância de se compreender o entendimento dos mecanismos de seu crescimento e de seu ciclo reprodutivo, que resultam em um melhor manejo da cultura (MARQUES, 2010), assim como serve de base para estudos relacionados a adaptação da espécie a diferentes ambientes (SEGANTINI, *et al.*, 2010).

Sua produção ocorre principalmente entre os meses de novembro e abril no hemisfério sul, e é definida pelas questões ambientais, como luminosidade, temperatura e radiação solar (MARQUES, *et al.*, 2011). É considerada uma planta de dias longos, com a indução floral em resposta a condições de maior fotoperíodo e temperatura, que influenciam diretamente a capacidade da planta em iniciar a fase de florescimento (LE BELLEC, *et al.*, 2006; JIANG, *et al.*, 2012).

A safra da pitaya ocorre distribuída em 4 a 8 ciclos bem definidos (PUSHPAKUMARA, *et al.*, 2005), nos quais há a emissão e desenvolvimento do botão floral, a antese, o desenvolvimento e maturação do fruto, estádios que ocorrem comumente de forma simultânea (MIZRAHI e NERD, 1999). Da emissão à formação do botão floral, há uma duração média de até 23 dias. A antese tem duração de menos de 1 dia, ocorrendo a abertura da flor no início da noite e seu fechamento no meio da manhã do dia seguinte (LONE, *et al.*, 2020). A maturação do fruto, ocorre quando há a fecundação do óvulo, e até sua maturação leva o tempo de 34 a 43 dias, influenciada pela temperatura (DA SILVA, *et al.*, 2011). Durante sua safra, é comum que esses estádios ocorram de forma simultânea (MIZRAHI e NERD, 1999).

O estudo da fenologia da pitaya é crucial para aplicar um manejo adequado e maximizar seu potencial produtivo, além de aprimorar o planejamento da colheita, do armazenamento e da comercialização. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo caracterizar os estádios fenológicos de crescimento reprodutivo, para as espécies *H. polyrhizus* e *S. undatus* nas condições do clima de Florianópolis - SC.

### 3.3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.3.1 Caracterização da área de estudo

O experimento foi conduzido no período de novembro de 2021 a maio de 2023, no pomar de frutíferas da Fazenda Experimental da Ressacada, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), situado no município de Florianópolis, Santa Catarina, localizado às coordenadas geográficas 27°41'0,7"S 48°32'38"O e altitude de 5 m. O clima da região, de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, é do tipo Cfa (subtropical úmido) com temperaturas médias de 21,5 °C e 1638,2 mm de pluviosidade média anual (BACK e POLETO, 2017). O município do experimento tem fotoperíodo médio de 12,9 h, sendo os dias mais longos encontrados entre os meses de novembro e fevereiro, com média de 14h (BEGNINI, *et al.*, 2013). O solo da área experimental é classificado como Neossolo Quartzarênico Hidromórfico Típico (NIERO, 2011).

#### 3.3.2 Origem das mudas

As mudas de pitaya *H. polyrhizus* e *S. undatus* foram originadas de um pomar comercial localizado no município de Londrina, Paraná. Foram produzidas em julho de 2019, a partir de estacas de cladódios de 15 a 30 cm de comprimento, que foram acondicionadas em ambiente protegido por um período de 15 dias para a cicatrização dos cortes. As estacas foram então enraizadas individualmente em vasos de dois litros com aproximadamente 15 cm de altura. O substrato utilizado consistiu em uma base de areia e substrato comercial Plantmax®. As estacas foram introduzidas a cerca de 5 cm de profundidade e irrigadas uma vez por semana. As mudas formadas foram plantadas no campo em dezembro de 2019.

#### 3.3.3 Instalação, condução e delineamento experimental

As mudas foram plantadas em pares da mesma espécie adjacentes a tutores de concreto em substrato adubado, em uma elevação de 40 cm em relação ao terreno. O experimento instalado conta com 24 mudas de *S. undatus* e 24 mudas de *H. polyrhizus* distribuídas em 2 linhas de plantio, com espaçamento de 3 m entre si e 2 m entre tutores. Cada linha de plantio conta com um sistema de condução e com as duas espécies avaliadas. Foram avaliadas todas as plantas do experimento, que estavam localizadas entre as bordaduras da área.

Os sistemas de condução empregados foram do tipo convencional em que a copa da planta se desenvolve em forma de guarda-chuva, de forma individual, com os cladódios produtivos ao seu entorno apoiada em um pneu e do tipo sistema de cortina dupla, em que os cladódios ficam dispostos de forma mais espaçada, pois a planta é conduzida de forma perpendicular ao tutor através de arames protegidos com mangueiras para não causar danos às plantas devido ao seu próprio peso. No sistema de cortina dupla os arames conectam os tutores em forma linear, permitindo o contato entre planta de diferentes tutores, tornando um sistema interligado. Por se tratar de plantas de segundo ciclo produtivo, o sistema de condução não foi objeto de avaliação no experimento.

A partir da análise de solo, que indicou níveis médios de matéria orgânica e disponibilidade de  $P_2O_5$  e  $K_2O$ , foi realizada a seguinte adubação por safra, considerando a expectativa de produtividade de  $30 \text{ t.ha}^{-1}$ : 200g de ureia, 51g de superfosfato triplo, 145g de cloreto de potássio, aplicadas ao pé do tutor com duas mudas, parceladas nos meses de setembro, novembro, janeiro e março das safras de 2021/22 e 2022/23. A adubação foi baseada na recomendação de Lone (2020).

### 3.3.4 Avaliações climáticas

Ao longo do período de avaliação do trabalho foram coletados dados meteorológicos que foram correlacionados com os estádios reprodutivos da pitaya, sendo exposto em forma gráfica junto à análise estatística. Metodologia baseada em proposta de Osuna-Enciso *et al.* (2016). Os dados de temperatura mínima, média e máxima ( $^{\circ}C$ ), umidade relativa mínima, média e máxima (%), e precipitação pluviométrica (mm) foram coletados na estação meteorológica da Estação Fazenda Experimental da Ressacada CCA/UFSC (LABORATÓRIO DE CLIMATOLOGIA AGRÍCOLA, 2023). Os dados de radiação solar ( $W/m^2$ ) foram coletados de estações meteorológicas da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) / Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (CIRAM), estação 1006 Florianópolis (EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA, 2020). Os dados de fotoperíodo mensal médio foram elaborados através da Calculadora Solar do NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) (US DEPARTMENT OF COMMERCE, 2005). Os dados podem ser consultados na íntegra no Anexo A – Dados Meteorológicos Observados.

### 3.3.5 Características fenológicas reprodutivas

O acompanhamento fenológico foi realizado diariamente (JIANG, *et al.*, 2011) a partir de 24 plantas de cada espécie com características uniformes (OSUNA-ENCISO, *et al.*, 2016) durante duas safras produtivas, referentes aos anos de 2021/2022 e 2022/2023, sendo estas a segunda e terceira safras do pomar. Também foi feito, como proposto por Osuna-Enciso *et al.* (2016), a separação e quantificação dos ciclos de floração que ocorrem em cada safra produtiva. O acompanhamento fenológico foi correlacionado com o acompanhamento climático.

As características observadas na fenologia reprodutiva foram: o período de início ao fim da floração, o número de ciclos florais por safra, o número de flores por planta por ciclo, a duração média em dias da floração e a duração média em dias de desenvolvimento dos frutos da polinização até a colheita de acordo com a metodologia proposta por Ha *et al.* (2018).

Foram avaliados também os estádios florais e de frutos: cinco botões florais emergentes selecionados aleatoriamente foram marcados e seu desenvolvimento foi registrado para identificar a duração de diferentes estádios florais e de frutificação, de acordo com a metodologia proposta de Ha *et al.* (2018). Em complemento, foi elaborada uma escala fenológica com imagens do acompanhamento dos estádios florais e de frutos, conforme a metodologia de Rabelo *et al.* (2020).

Foi elaborado um índice de pagamento de flores (%), apresentado em forma de gráfico: botões florais que originaram flores em relação aos botões florais que abortaram, calculado por  $(\text{flores/botões florais}) \times 100$ , metodologia adaptada de Jiang *et al.* (2011).

### 3.3.6 Avaliação de qualidade de frutos

A partir da amostragem de 20 frutos por ciclo, foram realizadas avaliações de Massa de fruto (g), Massa de polpa (g), Massa de casca (g) e Rendimento de polpa (%), para os ciclos produtivos das safras 2021/2022 e 2022/2023. Da extração da polpa, foram determinadas a acidez titulável (expresso em % de ácido málico), os sólidos solúveis (expresso em °Brix) através da metodologia proposta por Osuna-Enciso *et al.* (2016) e o pH. Foi misturado 5 ml de suco com 20 ml de água destilada. Essa mistura foi então filtrada. A partir dessa mistura foi determinada a acidez titulável por volumetria com indicador. Foram adicionadas 2 gotas de fenolftaleína e que, sob agitação, uma solução de hidróxido de sódio (NaOH 0,1 N) foi adicionada até a mudança na coloração (ZENEBO e PASCUET, 2005). Os sólidos solúveis (SS) foram obtidos através da leitura em um refratômetro digital de bancada (ITREFD-45). O

aparelho foi calibrado com água destilada, em seguida a solução foi distribuída sobre o prisma e a leitura foi realizada diretamente em °Brix. Um índice para avaliar a maturação partir da relação SS/AT foi obtido. O pH foi avaliado através da leitura das amostras do mosto em pHmetro de bancada (Adwa Instruments B.V.B.A - AD1000, Romênia) calibrado com soluções tampão a pH 4,0 e pH 7,0.

Devido ao ataque de pragas do tipo ave, Gralha-azul (*Cyanocorax caeruleus*), ocorreu a perda de dados referentes ao terceiro ciclo de *H. polyrhizus* e *S. undatus* da safra 2021/2022, e do quinto ciclo de *S. undatus* da safra 2022/2023, não podendo serem avaliados os dados de colheita para esse período.

### 3.3.7 Análise dos dados

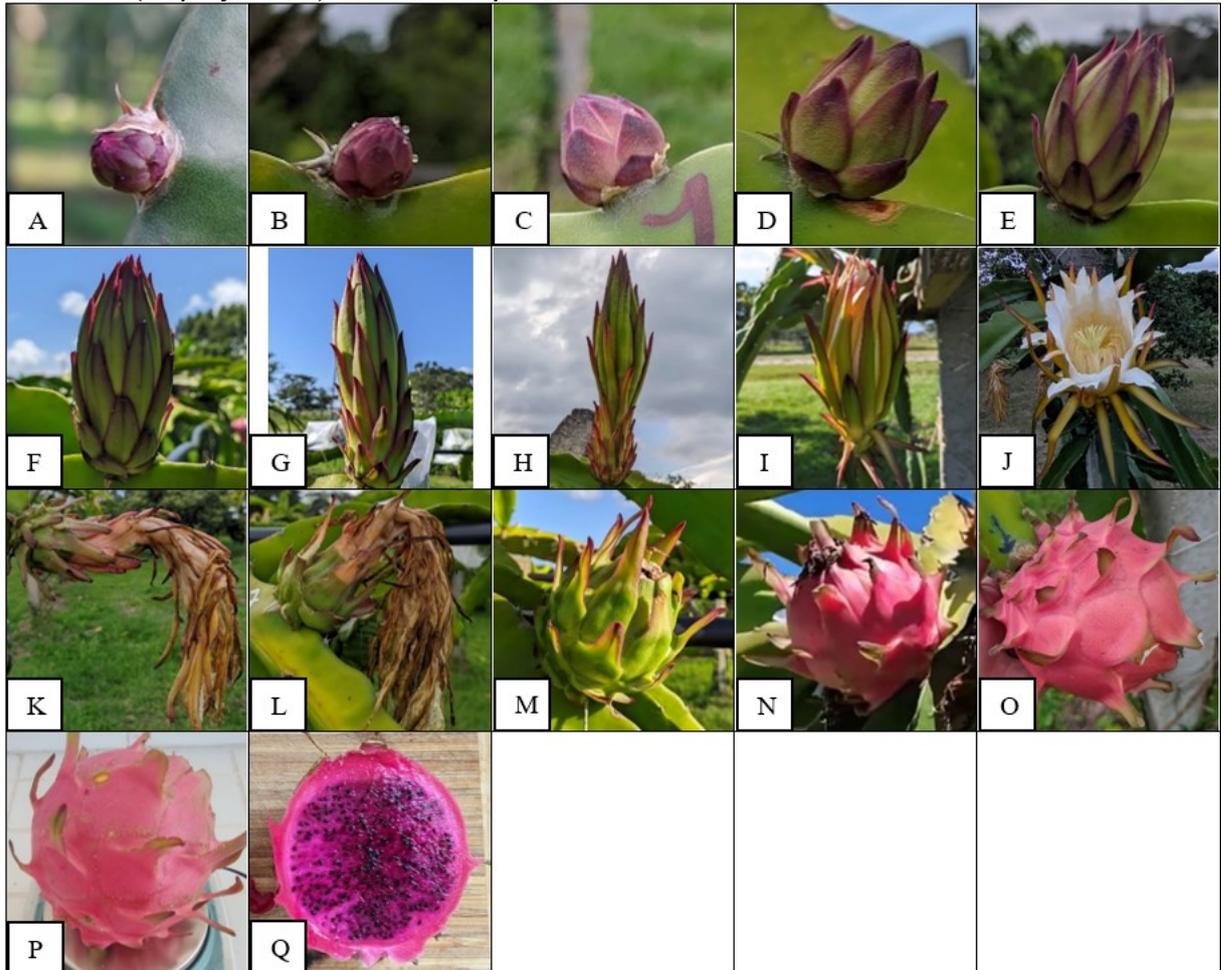
O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com esquema bifatorial 5 x 2 e bifatorial 4 x 2, com 24 repetições. Onde foram avaliados 4 ciclos de produção em 2021/2022 e 5 ciclos de produção em 2022/2023, com 2 espécies em cada. Os dados climáticos e a fenologia foram analisados através de estatísticas descritivas. Os dados relacionados a produção e características dos frutos submetidos a ANOVA e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ), foi utilizado o software R v. 4.2.3 (R CORE TEAM, 2023).

## 3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 é possível observar os estádios de desenvolvimento do botão floral de *H. polyrhizus* até seu fruto maduro. O tempo decorrido da emissão até o total desenvolvimento do botão floral (Figura 1 A-I) foi de 20 dias, quando há a ocorrência da antese. A antese ocorreu de forma completa as 20h, com duração até o dia seguinte, por volta das 9h, ocorrendo em apenas 1 dia (Figura 1 J). Após a ocorrência da fecundação, iniciou o desenvolvimento do fruto (Figura 1 K-L), de 4 a 5 dias após a polinização. Em média de 33,5 a 45,5 dias após a antese ocorreu o crescimento e maturação do fruto (Figura 1 M), após a mudança de cor da casca para a rosa (Figura 1 N-O), o fruto está pronto para a colheita. O período total do ciclo produtivo variou entre 54 e 67 dias, dependendo da época do ano. Após a colheita, em frutos analisados no laboratório, foi possível observar aspectos da coloração da casca rosa, da polpa vermelha e as numerosas sementes (Figura 1 P-Q).

Em um estudo anterior, realizado no Havaí, observou-se para *H. polyrhizus*, 17 a 21 dias de desenvolvimento do botão floral à antese (ZEE, *et al.*, 2004). Em outro estudo realizado em Taiwan, observou-se uma duração de 18 dias do desenvolvimento do botão floral à antese e de 32 dias após a antese como período da maturação do fruto (HA, *et al.*, 2014).

Figura 1. Sequência de desenvolvimento de botão floral a fruto de pitaya vermelha de polpa vermelha (*H. polyrhizus*) em Florianópolis - SC.



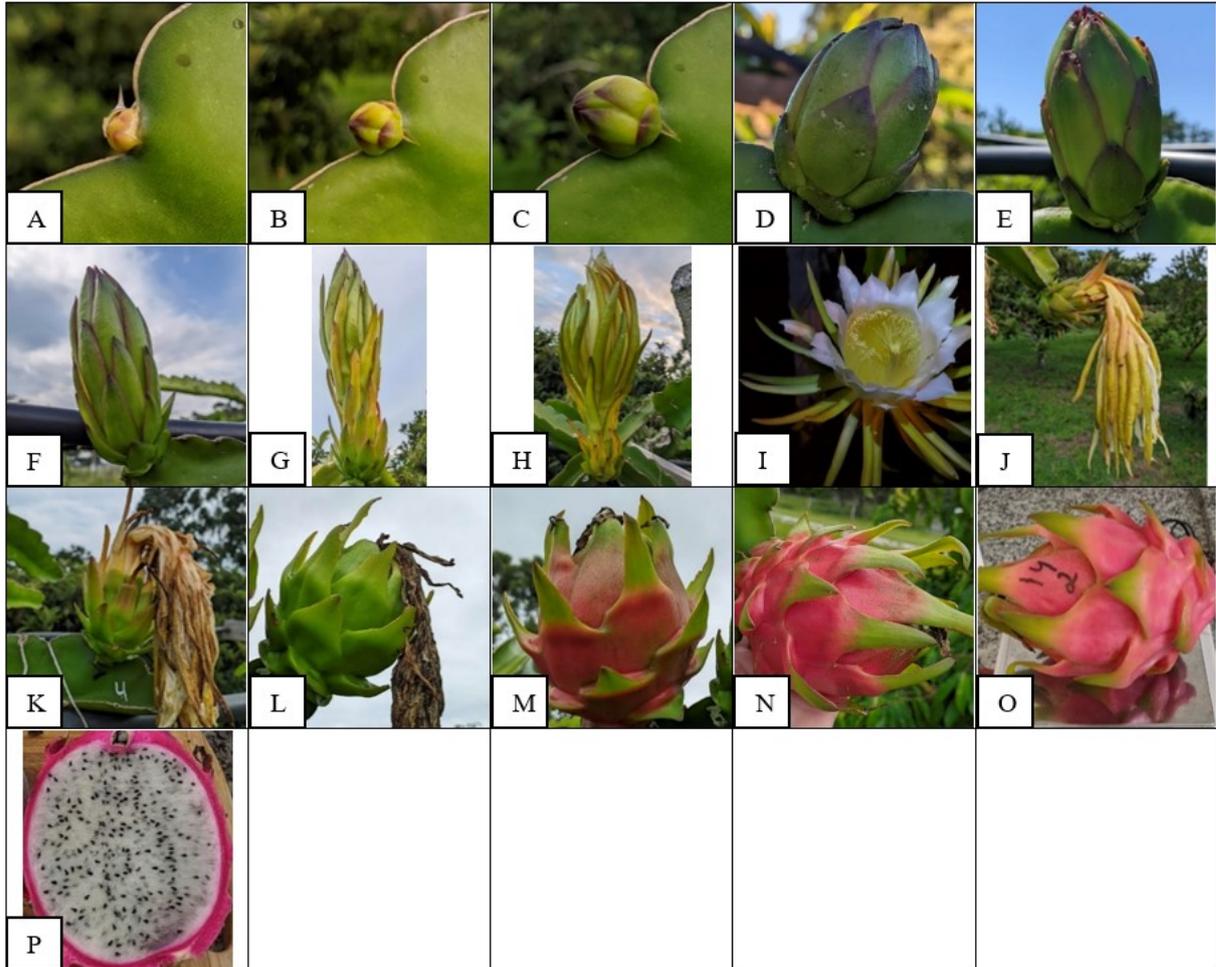
A: Emergência do botão floral; B – F: Alongamento do botão floral; G: Início do despedimento das sépalas; H: Despedimento das sépalas (véspera da antese); I: Estufamento do botão e exibição das pétalas (dia da antese); J: Antese; K –L: Desenvolvimento de fruto polinizado; M: Maturação do fruto; N – P: Fruto maduro; Q: Fruto maduro em corte.

Na Figura 2 é possível observar os estádios de desenvolvimento do botão floral de *S. undatus* até seu fruto maduro. O tempo decorrido da emissão até o total desenvolvimento do botão floral (Figura 2 A-H) foi de 19 dias, quando há a ocorrência da antese. A antese ocorreu de forma completa as 20h, com duração até o dia seguinte, por volta das 9h, ocorrendo em apenas 1 dia (Figura 2 I). Após a ocorrência da fecundação, se iniciou o desenvolvimento do fruto (Figura 2 J-K), de 4 a 5 dias após a polinização. A partir de então ocorria o crescimento e

maturação do fruto (Figura 2 L), com uma duração média entre 33,5 a 45,5 dias, quando o fruto apresentava a mudança de cor da casca para rosa, ele estava pronto para a colheita (Figura 2 M-N). O período total do ciclo produtivo variou entre 52 e 65,5 dias, dependendo da época do ano. Após a colheita, em frutos analisados em laboratório, foi possível observar aspectos da coloração da casca vermelha com as brácteas verdes, da polpa branca e as numerosas sementes (Figura 2 O-P).

Os resultados obtidos corroboram com aqueles de Silva *et al.* (2015) que observaram 18 a 23 dias no desenvolvimento do botão floral e 34 a 43 dias para o desenvolvimento do fruto após a polinização em Jaboticabal - SP, enquanto que Marques *et al.* (2011) observaram 19 a 21 dias no desenvolvimento do botão floral e 30 a 40 dias para o desenvolvimento do fruto após a polinização em Lavras - MG. Por outro lado, Ha *et al.* (2014), em Taiwan, observaram 15 dias no desenvolvimento do botão floral de *S. undatus*, enquanto que Pushpakumara *et al.* (2005), no Sri Lanka, observaram apenas 13 dias para *Hylocereus* spp.

Figura 2. Sequência de desenvolvimento de botão floral a fruto de pitaya vermelha de polpa branca (*S. undatus*) em Florianópolis - SC.

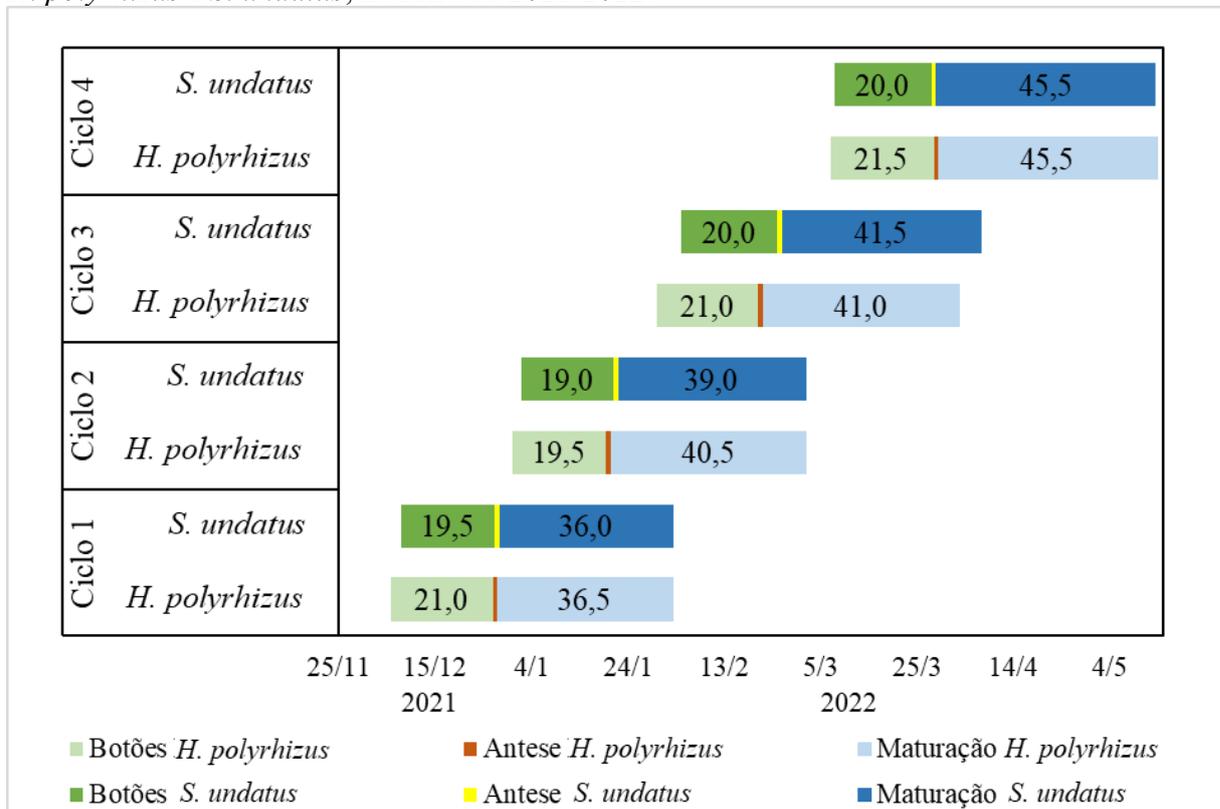


A: Emergência do botão floral; B – E: Elongamento do botão floral; F: Início do despedimento das sépalas; G: Despedimento das sépalas (véspera da antese); H: Estufamento do botão e exibição das pétalas (dia da antese); I: Antese; J – K: Desenvolvimento de fruto polinizado; L: Maturação do fruto; M – O: Fruto maduro; P: Fruto maduro em corte.

Na Figura 3 é possível observar que a safra 2021/2022 ocorreu de 06/12/2021 até 13/05/2022, quando foram colhidos os últimos frutos. Ocorreu distribuída em 4 ciclos distintos para as duas espécies, *H. polyrhizus* e *S. undatus*. O primeiro ciclo iniciou com a emergência de botões florais de *H. polyrhizus* em 06 e 07/12/2021, com duração média de 21 dias até a antese, com ocorrência por 2 dias, e média de 36,5 dias da fecundação até a maturação dos frutos. *S. undatus* iniciou a emergência dos botões florais entre 07 e 10/12/2021, com duração média de 19,5 dias até a antese, com ocorrência por 3 dias, e média de 36 dias da fecundação até a maturação dos frutos. O segundo ciclo iniciou com a emergência de botões florais de *H. polyrhizus* entre 29/12/2021 e 02/01/2022, com duração média de 19,5 dias até a antese com ocorrência por 4 dias, e média de 40,5 dias da fecundação até a maturação dos frutos. *S. undatus* iniciou a emergência dos botões florais em 02 e 03/01/2022, com duração média de 19 dias até

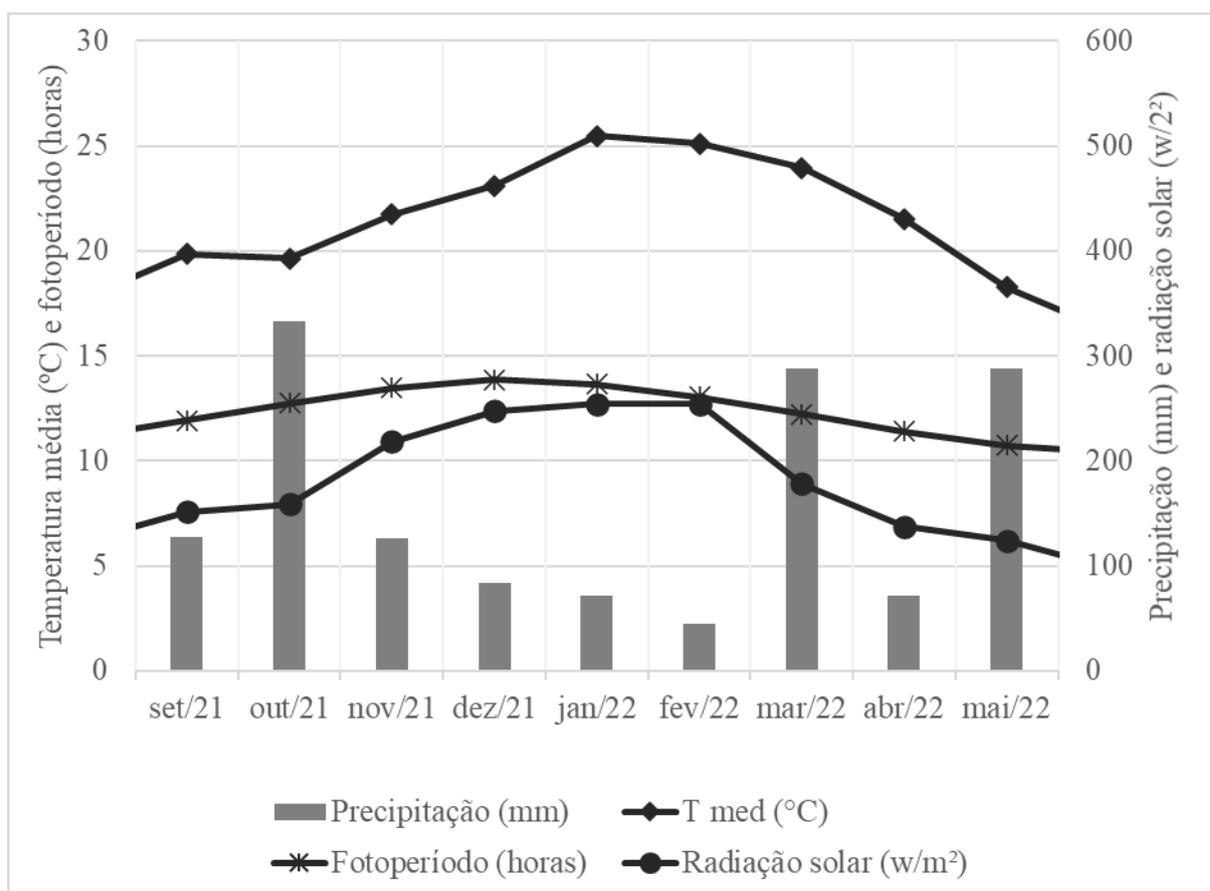
a antese, com ocorrência por 1 dia, e média de 39 dias da fecundação até a maturação dos frutos. O terceiro ciclo iniciou com a emergência de botões florais de *H. polyrhizus* em 30/01/2022, com duração média de 21 dias até a antese, com ocorrência por 1 dia, e média de 41 dias da fecundação até a maturação dos frutos. *S. undatus* iniciou a emergência dos botões florais em 03 e 04/02/2022, com duração média de 20 dias até a antese, com ocorrência por 2 dias, e média de 41,5 dias da fecundação até a maturação dos frutos. O quarto ciclo iniciou com a emergência de botões florais de *H. polyrhizus* em 06 e 07/03/2022, com duração média de 21,5 dias até a antese, com ocorrência por 2 dias, e média de 45,5 dias da fecundação até a maturação dos frutos. *S. undatus* iniciou a emergência dos botões florais em 08 e 09/03/2022, com duração média de 20 dias até a antese, com ocorrência por 2 dias, e média de 45,5 dias da fecundação até a maturação dos frutos. O período médio de desenvolvimento de botão floral foi de 20,8 dias para *H. polyrhizus* e 19,6 dias para *S. undatus*, não diferindo no período da antese, com duração de 1 dia. Já o tempo de desenvolvimento e maturação dos frutos, houve variação no seu período ao longo do tempo, com uma média de 40,9 dias para *H. polyrhizus* e 40,5 dias para *S. undatus*.

Figura 3. Período médios de estádios fenológicos, da emergência e desenvolvimento de botões florais, à antese, e ao desenvolvimento e maturação de frutos, em dias, separados por ciclos, de *H. polyrhizus* e *S. undatus*, na safra de 2021/2022.



O aumento do número de dias no período de maturação dos frutos ao longo dos ciclos (9 de *H. polyrhizus* e 9,5 de *S. undatus*) está relacionado com condições ambientais no local do experimento. É possível observar na Figura 4 que, a partir do mês de dezembro, se inicia uma redução gradual do fotoperíodo diário médio, com uma variação diária de 2,9 horas até maio, o que leva a uma redução na temperatura média diária e na radiação média diária nos meses de fevereiro (25,1°C e 254,0 w/m<sup>2</sup>), março (23,9°C e 178,1 w/m<sup>2</sup>), abril (21,5 °C e 137,8 w/m<sup>2</sup>) e maio (18,3 °C e 124,4 w/m<sup>2</sup>). A redução da radiação a partir de março também está relacionada a um alto índice pluviométrico observado nos meses de março e maio. Durante o período produtivo, de dezembro à maio, a temperatura máxima média ficou entre 22,7°C e 29,7°C, enquanto que a umidade relativa do ar média ficou entre 84% e 89%. Os dados completos podem ser observados no Anexo A - Dados Meteorológicos Observados.

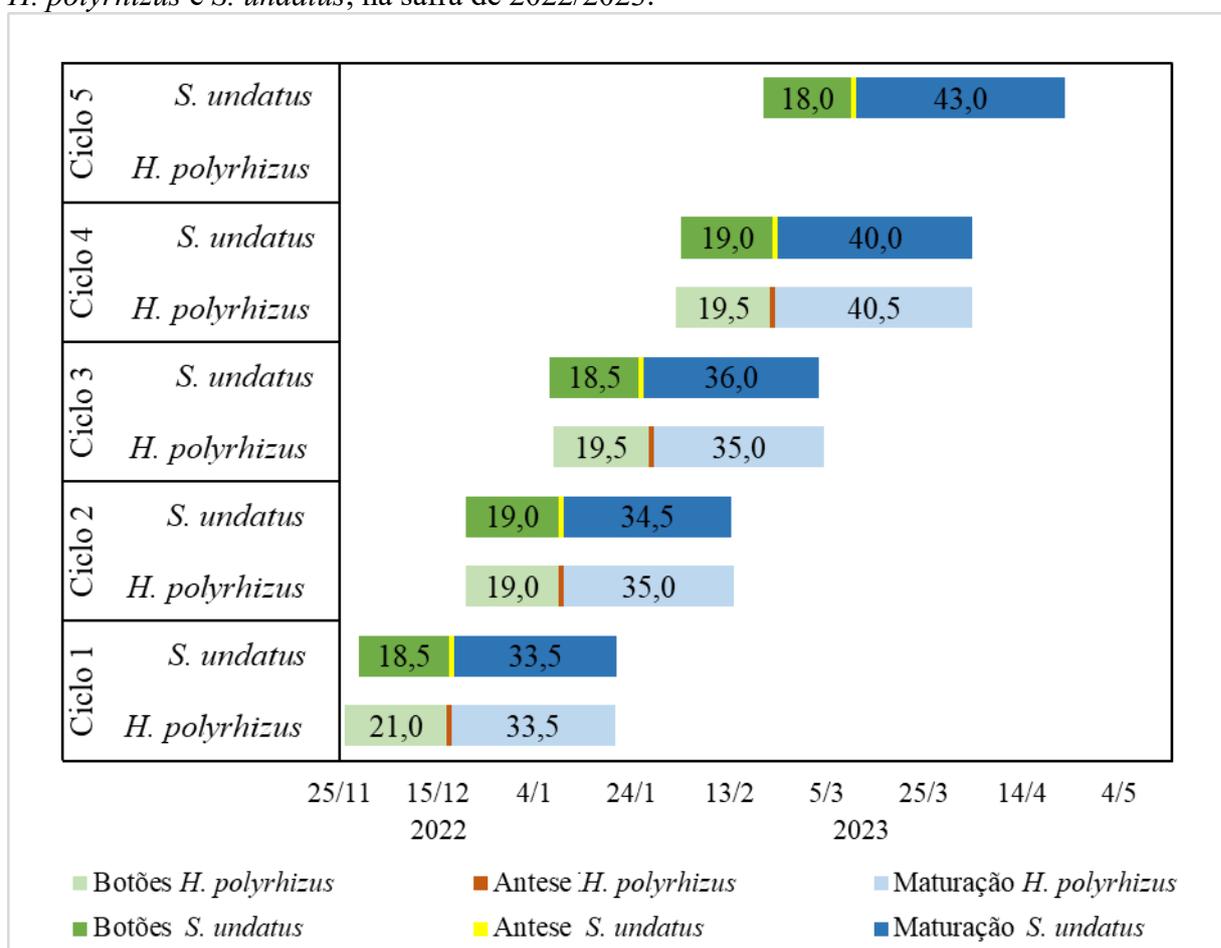
Figura 4. Precipitação acumulada (mm), Temperatura média (°C), Fotoperíodo médio (horas) e radiação solar média (W/m<sup>2</sup>), dos meses de setembro de 2021 à maio de 2022.



Na Figura 5 é possível observar que a safra 2022/2023 ocorreu de 22/11/2022 até 22/04/2023, quando foram colhidos os últimos frutos. Ela ocorreu distribuída em 4 ciclos

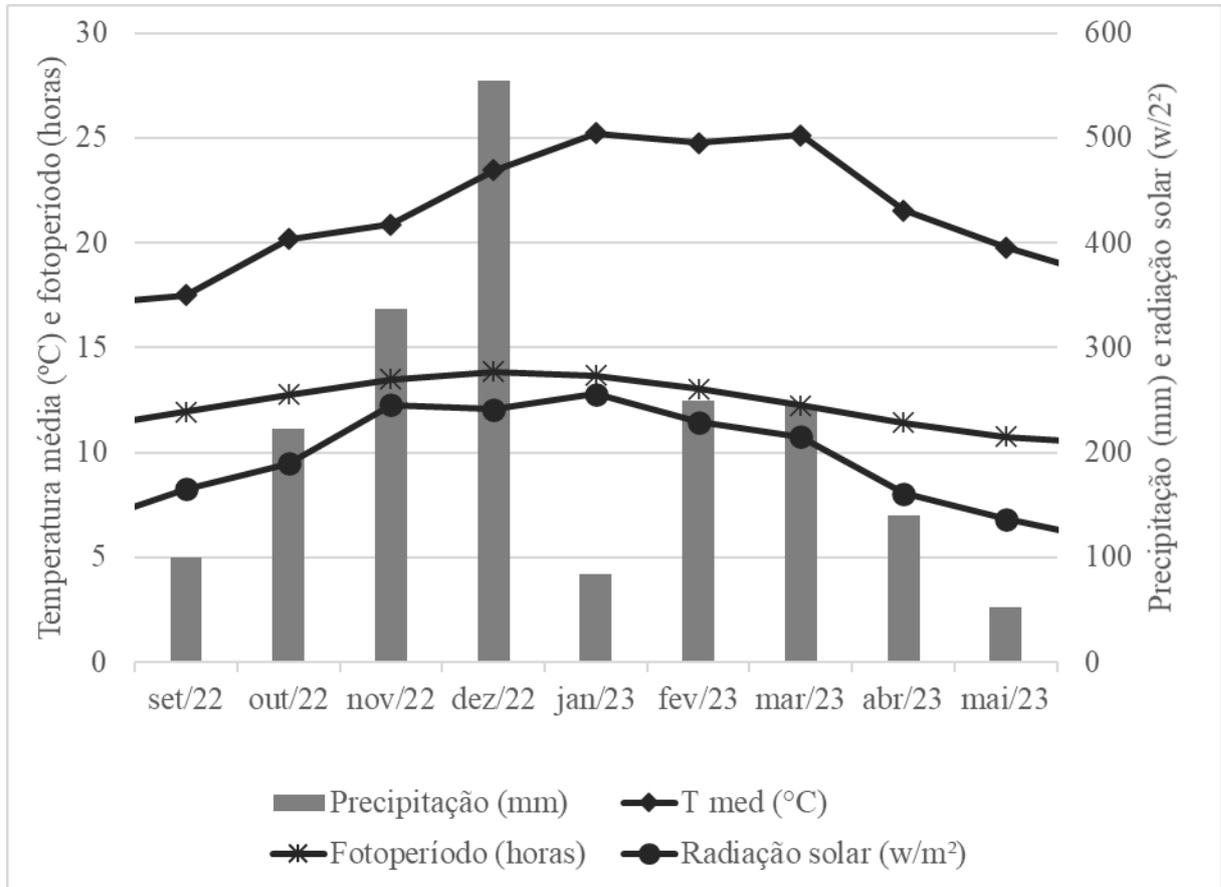
distintos para a espécie *H. polyrhizus* e 5 ciclos distintos para *S. undatus*. O primeiro ciclo iniciou com a emergência de botões florais de *H. polyrhizus* entre 22/11 e 01/12/2022, com duração média de 21 dias até a antese, com ocorrência por 9 dias, e média de 33,5 dias entre a fecundação e a maturação dos frutos. *S. undatus* iniciou a emergência dos botões florais entre 24/11 e 04/12/2022, com duração média de 18,5 dias até a antese, com ocorrência por 10 dias, e média de 33,5 dias entre a fecundação e a maturação dos frutos. O segundo ciclo iniciou com a emergência de botões florais de *H. polyrhizus* entre 20 e 23/12/2022, com duração média de 18,5 dias até a antese, com ocorrência por 4 dias, e média de 35 dias entre a fecundação e a maturação dos frutos. *S. undatus* iniciou a emergência dos botões florais em entre 19/12 e 23/12/2022, com duração média de 19,5 dias até a antese, com ocorrência por 5 dias, e média de 34,5 dias entre a fecundação e a maturação dos frutos. O terceiro ciclo iniciou com a emergência de botões florais de *H. polyrhizus* entre 06/01 e 09/01/2023, com duração média de 19,5 dias até a antese, com ocorrência por 3 dias e média de 35 dias entre a fecundação e a maturação dos frutos. *S. undatus* iniciou a emergência dos botões florais em 07 e 08/01/2023, com duração média de 18,5 dias até a antese, com ocorrência por 2 dias, e média de 36 dias entre a fecundação e a maturação dos frutos. O quarto ciclo iniciou com a emergência de botões florais de *H. polyrhizus* entre 01 e 03/02/2023, com duração média de 19,5 dias até a antese, com ocorrência por 2 dias, e média de 40,5 dias entre a fecundação e a maturação dos frutos. *S. undatus* iniciou a emergência dos botões florais entre 02 e 04/02/2023, com duração média de 19 dias até a antese, com ocorrência por 3 dias, e média de 40 dias entre a fecundação e a maturação dos frutos. O quinto ciclo iniciou com a emergência de botões florais de *S. undatus* entre 19/02 e 21/02/2023, com duração média de 18 dias até a antese, com ocorrência por 3 dias, e média de 43 dias entre a fecundação e a maturação dos frutos. A espécie *H. polyrhizus* não emitiu botões florais no quinto ciclo. O período médio de desenvolvimento de botão floral foi de 19,8 dias para *H. polyrhizus* e 18,6 dias para *S. undatus*, não diferindo no período da antese, com duração de 1 dia. Já para o tempo de desenvolvimento e maturação dos frutos, houve variação no seu período ao longo do tempo, com uma média de 36 dias para *H. polyrhizus* e 37,5 dias para *S. undatus*.

Figura 5. Período médios de estádios fenológicos, da emergência e desenvolvimento de botões florais, à antese, e ao desenvolvimento e maturação de frutos, em dias, separados por ciclos, de *H. polyrhizus* e *S. undatus*, na safra de 2022/2023.



Da mesma forma que na safra anterior, o aumento no período de maturação dos frutos ao longo dos ciclos (7 de *H. polyrhizus* e 9,5 de *S. undatus*) esteve relacionado com condições ambientais no local do experimento. É possível observar no gráfico da Figura 6 que, a partir do mês de dezembro, se inicia uma redução gradual do fotoperíodo diário médio, com uma variação diária de 2,2 horas até abril, o que leva à uma redução na temperatura média diária e na radiação solar média diária nos meses de fevereiro (24,8°C e 229,1 w/m<sup>2</sup>), março (25,1°C e 215,3 w/m<sup>2</sup>) e abril (21,5 °C e 160,8 w/m<sup>2</sup>). Durante o período produtivo, de novembro à abril, a temperatura máxima média ficou entre 25°C e 29,7°C, enquanto que a umidade relativa do ar média ficou entre 83% e 88%. Os dados completos podem ser observados no Anexo A - Dados Meteorológicos Observados.

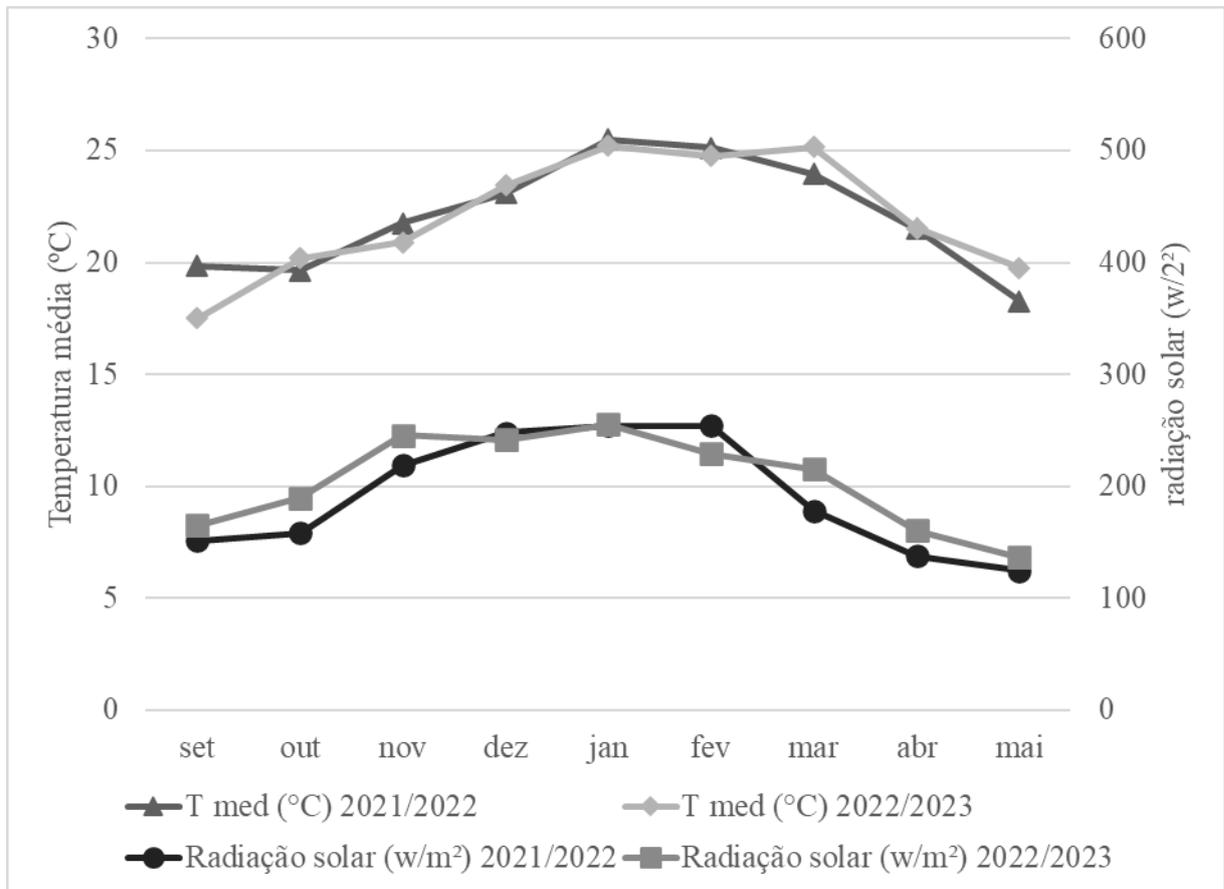
Figura 6. Precipitação acumulada (mm), Temperatura média (°C), Fotoperíodo médio (horas) e radiação solar média (W/m<sup>2</sup>), dos meses de setembro de 2022 à maio de 2023.



Quando se compara a safra 2021/2022 com a safra 2022/2023, observa-se que houve uma redução de 4,9 (*H. polyrhizus*) e 3,1 (*S. undatus*) dias na maturação dos frutos na segunda safra. É possível observar na Figura 7 que os meses de março e maio de 2023 apresentaram maior temperatura média diária (+1,2 e +1,5°C) em relação ao mesmo período de 2022, assim como os meses de março, abril e maio de 2023 apresentaram maior radiação solar média diária (+37,2, +23,1 e +12,3W/m<sup>2</sup>) em relação ao mesmo período de 2022. Essa diferença na temperatura e na radiação solar poderia justificar o menor período de maturação dos frutos da safra 2022/2023 em relação à safra 2021/2022.

A temperatura ideal para o florescimento da pitaya fica em torno de 30 a 32°C, temperaturas na faixa de 34 a 38°C não são desejáveis (NERD, *et al.*, 2002).

Figura 7. Temperatura média (°C) e radiação solar média (W/m<sup>2</sup>) das safras 2021/2022 e 2022/2023, dos meses de setembro à maio.



Os estádios fenológicos de reprodução observados corroboram com trabalhos prévios avaliados no hemisfério sul. Em Lavras - MG, Marques *et al.* (2011) observaram a floração da pitaya *S. undatus* ocorrendo entre os meses de novembro e março, com a frutificação entre os meses de janeiro e maio, com três a cinco ciclos por safra. Os autores completam que da emissão ao desenvolvimento do botão floral transcorreu um período de 19 a 21 dias, com maturação completa do fruto de 30 a 40 dias após a polinização. Em Jaboticabal - SP, também com *S. undatus*, Silva *et al.* (2015) observaram a emissão de botões florais entre os meses de novembro à março, com duração de 18 a 23 dias e com episódios de antese entre os meses de novembro à abril, enquanto que o período observado entre a antese e a colheita de frutos variou de 34 a 43 dias, distribuídos em nove ciclos. Já em Fortaleza - CE, com temperatura média de 27,1 a 28,8°C, Machado (2019) observou estádios reprodutivos da pitaya *Hylocereus* sp. por um longo período do ano, iniciando em julho e terminando em abril ou maio, com picos mais significativos de florescimento em dezembro ou janeiro, período que coincide com o aumento da precipitação e redução da insolação.

É possível observar uma grande variação na duração e no número de ciclos nas safras da pitaya. tal variação pode ser explicada pelas diferentes condições climáticas. No hemisfério norte, no México, Osuna-Enciso *et al.* (2016) observaram que o período de floração da pitaya *S. undatus* iniciou em junho, terminando em setembro e outubro, com ocorrência de cinco e sete ciclos, em duas safras, influenciadas pelo aumento da umidade relativa e temperatura. Na Índia, Kishore (2016) observou, para pitaya *S. undatus*, que o período de emissão e desenvolvimento do botão floral ocorreu entre os meses de junho e setembro, com desenvolvimento e maturação de fruto entre junho e outubro. Pushpakumara *et al.* (2005) observou, para *Hylocereus* spp., 4 a 7 ciclos longo da safra, entre os meses de abril e novembro, no Sri Lanka. Em Israel, outros autores reportaram, para *S. undatus* e *H. polyrhizus*, 4 a 5 ciclos de produção, entre os meses de julho e dezembro (NERD, *et al.*, 2002). Em Taiwan, Chu e Chang (2022) observaram, para pitaya *H. polyrhizus*, que o período de emissão e desenvolvimento do botão floral ocorreu entre os meses de abril e outubro, com desenvolvimento e maturação de fruto entre maio e novembro, Ha *et al.* (2018) observaram genótipos de *S. undatus* com 3 a 5 ciclos, iniciando nos meses de junho e julho e terminando em setembro, genótipos de *H. polyrhizus* com 3 a 5 ciclos, iniciando nos meses de junho, agosto e setembro, e terminando em setembro ou outubro. Também em Taiwan, e Tran e Yen (2014) observaram o ciclo produtivo de *Hylocereus* spp. inicia em maio e termina em agosto ou setembro, variando de 6 a 7 ciclos.

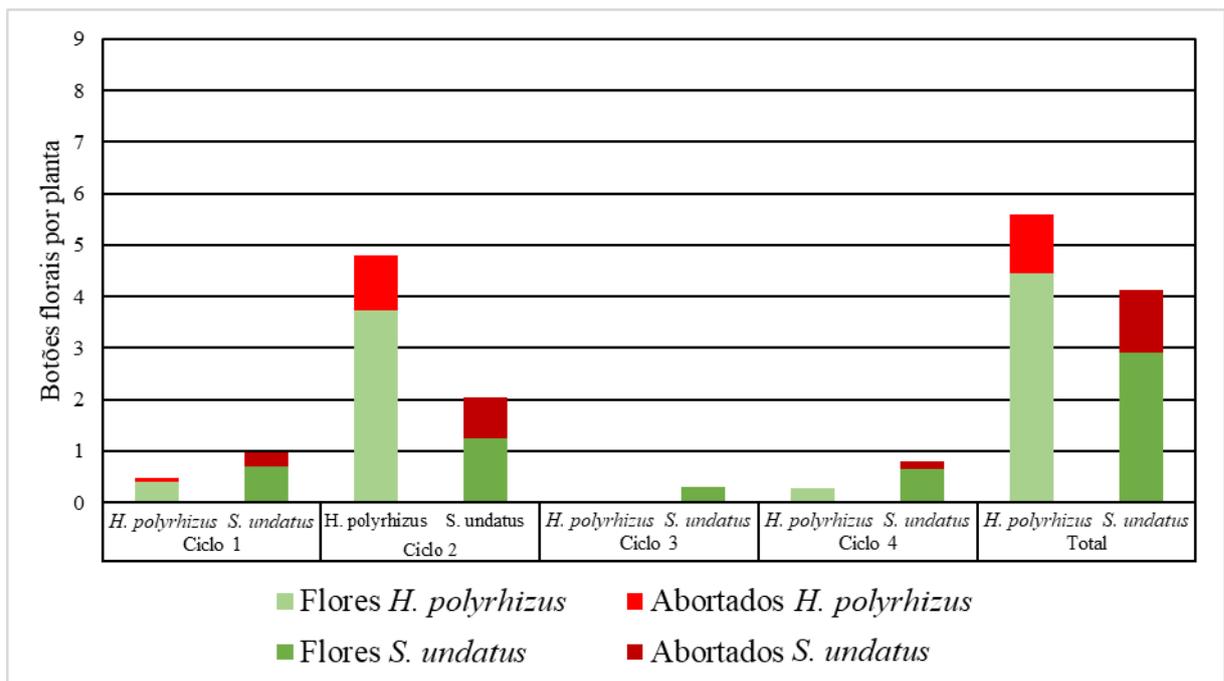
Durante a condução do experimento, foram observados abortamentos de botões florais, principalmente em estágio inicial, como pode ser visto na Figura 8.

Figura 8. Registro de botão floral de *H. polyrhizus* abortado logo após a emergência.



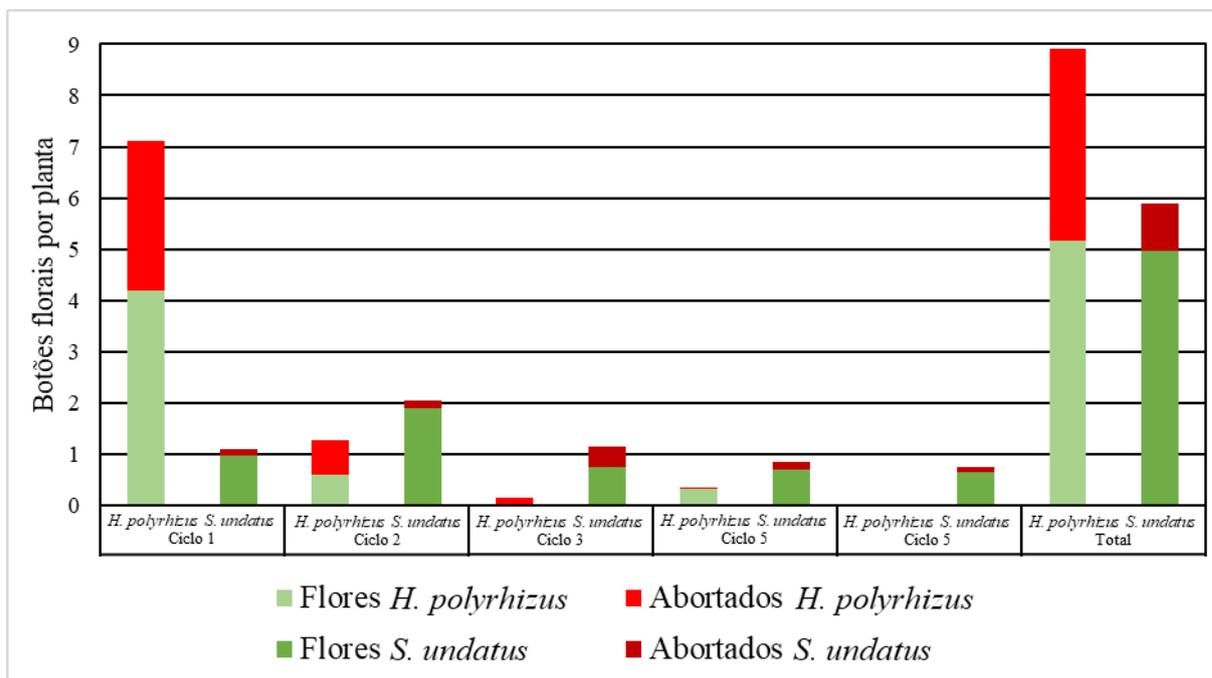
A emissão de botões florais foi observada principalmente no segundo ciclo da safra 2021/2022, como pode ser observado na Figura 9. No primeiro ciclo, *H. polyrhizus* emitiu 0,48 botões florais por planta, dos quais 0,40 (83,3%) chegaram à antese e 0,08 (16,7%) abortaram. *S. undatus* emitiu 0,97 botões florais por planta, dos quais 0,69 (71,1%) chegaram à antese e 0,28 (28,9%) abortaram. No segundo ciclo, *H. polyrhizus* emitiu 4,8 botões florais por planta, dos quais 3,72 (77,5%) chegaram à antese e 1,08 (22,5%) abortaram. *S. undatus* emitiu 2,03 botões florais por planta, dos quais 1,25 (61,6%) chegaram à antese e 0,78 (38,4%) abortaram. No terceiro ciclo, *H. polyrhizus* emitiu 0,04 botões florais por planta, dos quais 0,04 (100%) chegaram à antese e nenhum abortou. *S. undatus* emitiu 0,31 botões florais por planta, dos quais 0,31 (100%) chegaram à antese e nenhum abortou. No quarto ciclo, *H. polyrhizus* emitiu 0,28 botões florais por planta, dos quais 0,28 (100%) chegaram à antese e 0 abortaram. *S. undatus* emitiu 0,81 botões florais por planta, dos quais 0,66 (81,5%) chegaram à antese e 0,15 (18,5%) abortaram. No total da safra, *H. polyrhizus* emitiu um maior número de botões florais, e que, mesmo tendo maior taxa de abortamento, obteve maior número de flores em relação à *S. undatus*, ao longo da safra. *H. polyrhizus* emitiu 5,60 botões florais por planta, dos quais 4,44 (79%) chegaram à antese e 1,16 (21%) abortaram. *S. undatus* emitiu 4,12 botões florais por planta, dos quais 2,91 (71%) chegaram à antese e 1,21 (29%) abortaram.

Figura 9. Botões florais emitidos, abortados e viáveis, por planta, de *H. polyrhizus* e *S. undatus*, por ciclo, na safra 2021/2022.



Na safra 2022/2023, também foi observada a emissão de botões florais principalmente em seu início, no primeiro ciclo, como pode ser observado na Figura 10. No primeiro ciclo, *H. polyrhizus* emitiu 7,12 botões florais por planta, dos quais 4,20 (59%) chegaram à antese e 2,92 (41%) abortaram. *S. undatus* emitiu 1,09 botões florais por planta, dos quais 0,97 (89%) chegaram à antese e 0,12 (11%) abortaram. No segundo ciclo, *H. polyrhizus* emitiu 1,28 botões florais por planta, dos quais 0,60 (46,9%) chegaram à antese e 0,68 (53,1%) abortaram. *S. undatus* emitiu 2,06 botões florais por planta, dos quais 1,91 (92,7%) chegaram à antese e 0,15 (7,3%) abortaram. No terceiro ciclo, *H. polyrhizus* emitiu 0,16 botões florais por planta, dos quais 0,04 (25%) chegaram à antese e 0,12 (75%) abortaram. *S. undatus* emitiu 1,16 botões florais por planta, dos quais 0,75 (64,7%) chegaram à antese e 0,41 (35,3%) abortaram. No quarto ciclo, *H. polyrhizus* emitiu 0,36 botões florais por planta, dos quais 0,32 (88,9%) chegaram à antese e 0,04 (11,1%) abortaram. *S. undatus* emitiu 0,84 botões florais por planta, dos quais 0,69 (82,1%) chegaram à antese e 0,15 (17,9%) abortaram. No quinto ciclo *S. undatus* emitiu 0,75 botões florais por planta, dos quais 0,66 (88%) chegaram à antese e 0,09 (12%) abortaram. *H. polyrhizus* não emitiu botões florais no quinto ciclo. Assim como na safra anterior, *H. polyrhizus* emitiu um maior número de botões florais, e que, mesmo tendo maior taxa de abortamento, obteve maior número de flores em relação à *S. undatus*. *H. polyrhizus* emitiu 8,92 botões florais por planta, dos quais 5,16 (58%) chegaram à antese e 3,76 (42%) abortaram. *S. undatus* emitiu 5,90 botões florais por planta, dos quais 4,98 (84%) chegaram à antese e 0,92 (16%) abortaram.

Figura 10. Botões florais emitidos, abortados e viáveis, por planta, de *H. polyrhizus* e *S. undatus*, por ciclo, na safra 2022/2023.



O número de flores por planta encontrado neste trabalho corresponde ao esperado para a idade das plantas, que passaram pela sua primeira e segunda safra produtiva.

Osuna-Enciso *et al.* (2016) relataram a formação de 44,5, 69,4 e 35,2 flores em plantas com 3, 4 e 5 anos, respectivamente, de *S. undatus*. Já Tran e Yen (2014) observaram, em plantas com 10 anos de idade, 22 flores por planta de *S. undatus*, 26 flores por planta de *H. polyrhizus* e de 29 a 32 flores por planta de *Hylocereus* spp. Ha *et al.* (2018) observaram em plantas com 10 anos, uma variação de 9 a 31 flores por planta de *S. undatus* e de 10 a 23 flores por planta de *H. polyrhizus*.

Martínez Chávez (2011) observou que há uma alta variabilidade na taxa de abortamento de botões florais de pitaya vermelha. Segundo o autor, a taxa de botões florais que abortaram antes da antese flutuou entre 32-69% para *H. polyrhizus* e 54-76% para *S. undatus*, dependendo do genótipo e ano avaliado. De La Luz León *et al.* (1995) observaram resultados semelhantes para *Stenocereus gummosus*, “pitaya agria”, com 36% de abortamento de botão floral.

Em seu habitat natural, plantas de pitaya tem seu crescimento na sombra das árvores, sendo necessário recriar um ambiente semelhante para o seu cultivo. No presente experimento, as plantas foram conduzidas a pleno sol, sem sombreamento. Segundo Nobel e De la Barreta (2004), pomares comerciais de pitaya devem ter um sombreamento de 30 a 60%, devido às altas temperaturas e forte incidência de radiação direta nas plantas. Tal relação ambiental pode

explicar o porquê das maiores taxas de abortamento de botão floral aconteceram nos meses de dezembro e janeiro da primeira safra e novembro, dezembro e janeiro na segunda safra. Segundo Castillo e Ortiz (1994), além dos fatores ambientais, a taxa de abortamento também pode estar associada à competição pelas reservas nutricionais dos botões com outros botões, flores e frutos. Esses períodos de maior taxa de abortamento coincidem com o maior número de emissões de botões florais, tendo nos dois primeiros ciclos de cada safra um número expressivamente maior em relação aos demais.

Na Tabela 1 é possível observar a análise da variância para os fatores espécie, ciclo e para a interação entre espécie\*ciclo, onde foram encontradas diferenças estatisticamente significativas para grande parte das variáveis avaliadas.

Tabela 1. Análise de variância e coeficiente de variação para os fatores espécie, ciclo e para interação espécie\*ciclo.

Variável/Fator	Espécie	Ciclo	Espécie * Ciclo	CV (%)
2021/2022				
Massa do fruto (g)	< 0,001	< 0,001	0,8126	47,76
Massa da polpa (g)	0,1229	0,5172	0,2683	63,11
Massa da casca (g)	0,08691	< 0,001	0,4661	32,47
Rendimento de polpa (%)	< 0,001	0,2245	0,0428	17,05
Ácido málico (%)	< 0,001	0,05783	0,002457	23,41
Sólidos Solúveis (°Brix)	0,2892	0,2598	0,9592	12,38
SS / AT	< 0,001	0,01056	< 0,001	21,37
2022/2023				
Espessura casca (mm)	< 0,001	< 0,001	0,2053	29,35
Massa do fruto (g)	0,603	< 0,001	< 0,001	39,16
Massa da polpa (g)	0,5285	< 0,001	0,005258	41,31
Massa da casca (g)	< 0,001	< 0,001	0,005048	28,59
Rendimento de polpa (%)	0,1768	< 0,001	< 0,001	13,32
Ácido málico (%)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	29,75
Sólidos Solúveis (°Brix)	0,09923	< 0,001	< 0,001	14,34
SS / AT	0,00392	0,002246	< 0,001	44,86
pH	< 0,001	< 0,001	< 0,001	9,41

Na Tabela 2 é possível observar que, para a safra 2021/2022, o quarto ciclo apresentou maior massa de fruto (434,07 g) em relação ao primeiro (273,39 g) e o segundo ciclo (267,9 g), nos dois genótipos avaliados, sendo *H. polyrhizus* com maior média na safra (328,7 g) em relação à *S. undatus* (261,99). Tal diferença não foi observada para a avaliação de massa de polpa. O terceiro ciclo desta safra não pôde ser avaliado devido à perda dos frutos para o ataque

de pragas. Na safra 2022/2023, o terceiro ciclo de *H. polyrhizus* não produziu frutos, influenciando nos resultados. Ainda assim, *H. polyrhizus* apresentou maior média de massa de fruto (387,62 g) na safra, comparando com *S. undatus* (275,43 g), se repetindo na massa de polpa (262,27 g e 176,22 g). O quinto ciclo desta safra não pôde ser avaliado para a espécie *S. undatus* devido à perda dos frutos para o ataque de pragas, enquanto *H. polyrhizus* não emitiu botões florais neste último ciclo.

A safra de *S. undatus* de 2021/2022 assemelha-se com resultados encontrados por Osuna-Enciso *et al.* (2016), com maiores valores de massa de fruto (g) nos últimos ciclos da safra de *S. undatus*, o que não se repetiu na safra 2022/2023 ou com o genótipo *H. polyrhizus*.

Tabela 2. Massa de fruto (g) e massa de polpa (g) dos genótipos *S. undatus* e *H. polyrhizus* para os ciclos das safras de 2021/2022 e 2022/2023.

Ciclo	Massa do fruto (g)			Massa da polpa (g)		
	<i>S. undatus</i>	<i>H. polyrhizus</i>	Média	<i>S. undatus</i>	<i>H. polyrhizus</i>	Média
			2021/2022			
1	250,31 Ab*	347,25 Ab	273,39 b	171,73 Ba	271,01 Aa	195,37a
2	211,76 Bb	293,29 Ab	267,90 b	241,47 Aa	216,15 Aa	228,81a
3	-**	-	-	-	-	-
4	382,77 Ba	514,67 Aa	434,07 a	221,02 Aa	343,80 Aa	261,94a
<b>Média</b>	261,99 B	328,70 A		190,29 A	260,51 A	
			2022/2023			
1	367,88 Aa	398,91 Aa	391,79 a	254,83 Aa	300,33 Aa	288,46 a
2	244,98 Ba	404,32 Aa	282,16 ab	158,41 Ba	294,40 Aa	206,01 ab
3	220,07 Aa	0,00 Bb	188,63 b	146,43 Aa	0,00 Bb	106,49 b
4	211,71 Aa	321,47 Aa	255,62 b	175,40 Aa	219,65 Aa	197,53 ab
5	-	-	-	x***	x	x
<b>Média</b>	275,43 B	387,62 A		176,22 B	262,27 A	

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

\*\*Dados ausentes, marcados por um “-”, devido ao ataque de pragas no período.

\*\*Dados ausentes, marcados por um “x”, indicam que não houve estágio reprodutivo para aquele período.

Na Tabela 3 é possível observar que, para a safra 2021/2022, o quarto ciclo apresentou maior massa de casca (144,78 g) em relação ao primeiro (78,03 g) e segundo ciclo (82,50 g), nos dois genótipos avaliados. Quanto a avaliação de rendimento de polpa, observa-se um maior rendimento no segundo ciclo de *S. undatus* (72,11%) em relação ao quarto ciclo (55,11%), sendo *H. polyrhizus* com maior rendimento na safra (74,5%) em relação à *S. undatus* (61,37%). O terceiro ciclo desta safra não pôde ser avaliado devido à perda dos frutos para o ataque de pragas. Na safra 2022/2023, o terceiro ciclo de *H. polyrhizus* não produziu frutos, influenciando

nos resultados. *S. undatus* apresentou maior média na massa de casca (149,7 g) em relação à *H. polyrhizus* (121,41 g). *H. polyrhizus* apresentou maior rendimento de polpa (60,23 %) na safra, comparando com *S. undatus* (53,37 %). O quinto ciclo desta safra não pôde ser avaliado para a espécie *S. undatus* devido à perda dos frutos para o ataque de pragas, enquanto *H. polyrhizus* não emitiu botões florais neste último ciclo.

Osuna-Enciso *et al.* (2016) observaram para *S. undatus* que os maiores rendimento de polpa foram registrados nos ciclos iniciais das safras avaliadas.

Tabela 3. Massa de casca (g) e rendimento de polpa (%) dos genótipos *S. undatus* e *H. polyrhizus* para os ciclos das safras de 2021/2022 e 2022/2023.

Ciclo	Massa da casca (g)			Rendimento de polpa (%)		
	<i>S. undatus</i>	<i>H. polyrhizus</i>	Média	<i>S. undatus</i>	<i>H. polyrhizus</i>	Média
2021/2022						
1	78,58 Ab*	76,26 Ab	78,03 b	59,85 Bab	76,96 Aa	63,92 ab
2	90,59 Ab	74,41 Ab	82,50 b	72,11 Aa	72,17 Aa	72,14 a
3	-**	-	-	-	-	-
4	154,18 Aa	125,97 Aa	144,78 a	55,11 Bb	72,52 Aa	60,91 b
<b>Média</b>	90,53 A	82,66 A		61,37 B	74,50 A	
2022/2023						
1	231,41 Aa	150,13 Ba	171,33 a	51,70 Ba	64,99 Aa	61,53 a
2	131,00 Ab	109,29 Aa	123,40 ab	53,90 Ba	72,84 Aa	60,53 a
3	128,80 Ab	0,00 Bb	93,67 b	51,95 Aa	0,00 Bb	37,78 b
4	109,6 Ab	101,82 Aa	105,71 b	60,56 Aa	65,98 Aa	63,27 a
5	-	-	-	x***	x	x
<b>Média</b>	149,70 A	121,41 B		53,37 B	60,23 A	

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

\*\*Dados ausentes, marcados por um “-”, devido ao ataque de pragas no período.

\*\*\*Dados ausentes, marcados por um “x”, indicam que não houve estágio reprodutivo para aquele período.

É possível observar na primeira safra, 2021/2022, que a única diferença entre os ciclos, para a concentração de ácido málico (%), foi o primeiro de *S. undatus* (0,20%) em relação aos demais ciclos. Na média da safra, *S. undatus* apresentou maior concentração de ácido málico (0,22%) em relação à *H. polyrhizus* (0,15%), assim como em todos os respectivos ciclos. Em relação a concentração de sólidos solúveis (°Brix), não foi verificada diferença entre os ciclos e entre os genótipos avaliados. O terceiro ciclo desta safra não pôde ser avaliado devido à perda dos frutos para o ataque de pragas. Na segunda safra, 2022/2023, o terceiro ciclo de *H. polyrhizus* não produziu frutos, influenciando nos resultados. Assim como na safra anterior, *S. undatus* apresentou maior concentração de ácido málico (%) (0,39%) em relação a *H.*

*polyrhizus* (0,15%). É possível observar uma maior concentração (0,69%) no primeiro ciclo de *S. undatus* em relação aos demais. Em relação a concentração de sólidos solúveis (°Brix), não foi observada diferença entre os genótipos avaliados, mas sim uma menor concentração no terceiro ciclo de *S. undatus* (6,89 °Brix) que, junto com a ausência do dado de *H. polyrhizus* (0,00 °Brix), influenciou em um menor entre a média dos ciclos (5,00 °Brix) nesta safra. O quinto ciclo desta safra não pôde ser avaliado para a espécie *S. undatus* devido à perda dos frutos para o ataque de pragas, enquanto *H. polyrhizus* não emitiu botões florais neste último ciclo (Tabela 4).

Resultados de Osuna-Enciso *et al.* (2016) para *S. undatus* mostram maior concentração de ácido málico (%) no período central da safra, em setembro e outubro. Tal padrão não foi observado no presente trabalho, que resultou no primeiro ciclo de cada safra de *S. undatus* com a menor e maior concentração de ácido málico (%) em relação aos demais. Os autores observaram também uma diferença com maior concentração de sólidos solúveis (°Brix) no início em relação ao fim da safra.

Tabela 4. Concentração de Ácido málico (%) e Sólidos Solúveis (°Brix) dos genótipos *S. undatus* e *H. polyrhizus* para os ciclos das safras de 2021/2022 e 2022/2023.

Ciclo	Ácido málico (%)			Sólidos Solúveis (°Brix)		
	<i>S. undatus</i>	<i>H. polyrhizus</i>	Média	<i>S. undatus</i>	<i>H. polyrhizus</i>	Média
2021/2022						
1	0,20 Ab*	0,16 Ba	0,19 a	10,56 Aa	10,14 Aa	10,46 a
2	0,27 Aa	0,16 Ba	0,21 a	11,31 Aa	10,71 Aa	11,01 a
3	-.**	-	-	-	-	-
4	0,26 Aa	0,10 Ba	0,20 a	10,60 Aa	10,30 Aa	10,5 a
<b>Média</b>	0,22 A	0,15 B		10,69 A	10,38 A	
2022/2023						
1	0,69 Aa	0,16 Ba	0,30 a	11,37 Aa	12,41 Aa	12,14 a
2	0,35 Ab	0,19 Ba	0,29 a	12,33 Aa	12,96 Aa	12,55 a
3	0,29 Ab	0,00 Bb	0,20 a	6,89 Ab	0,00 Bb	5,00 b
4	0,27 Ab	0,19 Ba	0,23 a	12,15 Aa	13,71 Aa	12,93 a
5	-	-	-	x***	x	x
<b>Média</b>	0,39 A	0,15 B		10,61 A	11,35 A	

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

\*\*Dados ausentes, marcados por um “-”, devido ao ataque de pragas no período.

\*\*\*Dados ausentes, marcados por um “x”, indicam que não houve estágio reprodutivo para aquele período.

É possível observar na primeira safra, 2021/2022, a diferença na relação SS / AT entre o segundo ciclo de *H. polyrhizus* (67,00) em relação mesmo período de *S. undatus* (44,05). *H. polyrhizus* também apresentou maior resultado no quarto ciclo (100,47) em relação a *S. undatus* (43,95). Este resultado no quarto ciclo de *H. polyrhizus* é também o maior entre seus outros ciclos. O terceiro ciclo desta safra não pôde ser avaliado devido à perda dos frutos para o ataque de pragas. Na segunda safra, 2022/2023, o terceiro ciclo de *H. polyrhizus* não produziu frutos, influenciando nos resultados. Na relação de SS / AT, *H. polyrhizus* apresentou maiores resultados (73,86) em relação a *S. undatus* (33,48). Em relação à média geral dos ciclos, o primeiro e quarto ciclos apresentaram diferença em relação aos demais (67,28 e 61,20). Pouca diferença em relação ao pH foi observada, não havendo diferença na safra entre os genótipos avaliados. O quarto ciclo de *S. undatus* apresentou maior resultado (4,67) em reação aos seus demais. O primeiro e segundo ciclo de *H. polyrhizus* (4,76 e 4,78) apresentaram maior resultados em relação aos mesmos ciclos de *S. undatus* (3,79 e 4,25). O quinto ciclo desta safra não pôde ser avaliado para a espécie *S. undatus* devido à perda dos frutos para o ataque de pragas, enquanto *H. polyrhizus* não emitiu botões florais neste último ciclo (Tabela 5).

Para que o fruto de pitaya apresente boa qualidade, é importante que a relação SS / AT seja inferior a 40. Um resultado superior a 40 indica frutos sem sabor devido à perda de ácidos orgânicos durante a respiração (VAN TO, *et al.*, 2000).

Os altos valores na relação de SS / AT de *H. polyrhizus* e *S. undatus* neste trabalho podem ser atribuídos à baixa concentração de sólidos solúveis (°brix) e alta concentração de ácido málico (%). Isso pode ter ocorrido devido à necessidade na colheita antecipada dos frutos devido ao ataque de pássaros, reduzindo a qualidade dos frutos. Segundo resultados apresentados por Cruz e Sant'anna Martins (2022), frutos de boa qualidade de *H. polyrhizus* variam de 11 a 22 °Brix e 0,17 a 0,24% de ácido málico, enquanto que de *S. undatus* variam de 11 a 18 °Brix e 0,11 a 0,20% de ácido málico.

O resultado na relação SS / AT da segunda safra de *S. undatus* (33,48) indica boa qualidade dos frutos, assim como encontrados por Centurión-Yah, *et al.* (2008), no México.

Tabela 5. Relação SS / AT e pH dos genótipos *S. undatus* e *H. polyrhizus* para os ciclos das safras de 2021/2022 e 2022/2023.

Ciclo	SS / AT			pH		
	<i>S. undatus</i>	<i>H. polyrhizus</i>	Média	<i>S. undatus</i>	<i>H. polyrhizus</i>	Média
2021/2022						
1	56,11 Aa*	63,53 Ab	57,87 a	-	-	-
2	44,05 Ba	67,00 Ab	55,25 a	-	-	-
3	-**	-	-	-	-	-
4	43,95 Ba	100,47 Aa	62,79 a	-	-	-
<b>Média</b>	52,42 A	70,13 A		-	-	
2022/2023						
1	16,75 Ba	85,11 Aa	67,28 a	3,79 Bb	4,76 Aa	4,51 a
2	37,47 Ba	77,51 Aa	51,49 ab	4,25 Bab	4,78 Aa	4,44 a
3	36,77 Aa	0,00 Bb	25,74 b	3,78 Ab	0,00 Bb	2,65 b
4	46,15 Aa	76,25 Aa	61,20 a	4,67 Aa	4,76 Aa	4,71 a
5	-	-	-	x***	x	x
<b>Média</b>	33,48 B	73,86 A		4,07 A	4,27 A	

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

\*\*Dados ausentes, marcados por um “-”, devido ao ataque de pragas no período.

\*\*Dados ausentes, marcados por um “x”, indicam que não houve estágio reprodutivo para aquele período.

### 3.5 CONCLUSÕES

Na região de Florianópolis - SC, pode-se observar quatro a cinco ciclos produtivos, iniciando nos meses de novembro e dezembro.

Da emissão do botão floral à antese, observou-se de 19 dias, e 33,5 a 45,5 dias da antese até a colheita, para *S. undatus*, enquanto da emissão do botão floral à antese, observou-se de 20 dias, e 33,5 a 45,5 dias da antese até a colheita, para *H. polyrhizus*.

O período de maturação de frutos aumentou a cada ciclo em cada safra, com a redução da temperatura e radiação ao longo dos meses, entre verão e inverno.

*H. polyrhizus* apresentou maior taxa de abortamento de botões em relação à *S. undatus*. Contudo, a quantidade de botões florais que chegaram ao estágio de antese corresponde com o esperado para plantas de primeiro e segundo ciclos produtivos.

*H. polyrhizus* demonstrou ter maior média de massa de fruto e rendimento de polpa do que *S. undatus* em ambas as safras, tendo maior média de massa de polpa, apenas na segunda safra, enquanto *S. undatus* apresentou maior massa de casca na segunda safra.

*S. undatus* apresentou melhor qualidade de fruto comparado à *H. polyrhizus*, na relação SS / AT.

## 4 QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DE FRUTOS DE PITAYA EM FUNÇÃO DO TIPO DE POLINIZAÇÃO

### 4.1 RESUMO

A pitaya é uma cactácea frutífera com grande potencial para o crescimento da sua cadeia produtiva. Devido à ausência de bons polinizadores, é necessária a polinização manual para que se alcance frutos de qualidade. Este trabalho teve como objetivo avaliar a produção e qualidade do fruto de *H. polyrhizus* e *S. undatus* em função da polinização natural, autopolinização manual e polinização cruzada manual, nas condições do clima de Florianópolis – SC. O experimento foi conduzido entre novembro de 2021 a maio de 2023, em duas safras, na Fazenda Experimental da Ressacada/CCA/UFSC, a 5 m de altitude, no município de Florianópolis. As mudas foram plantadas em pares a tutores de concreto, com 24 mudas de *S. undatus* e 24 mudas de *H. polyrhizus* distribuídas em 2 linhas de plantio, com espaçamento de 3 m entre si e 2 m entre tutores. Os tratamentos avaliados foram: polinização natural, autopolinização manual e polinização cruzada manual. Foram realizadas avaliações de produção e produtividade, características físicas e químicas. O uso da polinização cruzada foi eficiente no aumento da produtividade nos dois genótipos de pitaya avaliados, especialmente para massa e tamanho de fruto, rendimento de polpa e produção por planta. A polinização cruzada também resultou na melhora da qualidade dos frutos de ambos os genótipos, com aumento na concentração de sólidos solúveis sem afetar a concentração de ácido málico. O genótipo *H. polyrhizus* se demonstrou mais eficiente no ganho da produção em relação ao genótipo *S. undatus*, nos parâmetros massa de fruto, rendimento de polpa e na produtividade das plantas. O genótipo *H. polyrhizus* apresentou menor acidez e maior concentração de sólidos solúveis enquanto o genótipo *S. undatus* apresentou maior concentração de ácido málico. Não foi observada auto-incompatibilidade em nenhum dos genótipos avaliados.

**Palavras chave:** Autopolinização manual. *Hylocereus polyrhizus*. Polinização cruzada manual. Polinização natural. *Selenicereus undatus*.

### 4.2 INTRODUÇÃO

Pitaya, uma cactácea originária de regiões tropicais e subtropicais da América, apresenta alto rendimento, precocidade e rápido retorno econômico, o que tem despertado cada vez mais interesse dos produtores (IBRAHIM, *et al.*, 2018), se tornado uma importante opção para

diversificação da fruticultura (SATO, *et al.*, 2014). O fruto chegou ao Brasil na década de 1990, quando importações da Colômbia chamaram a atenção de fruticultores brasileiros. Antes disso, o fruto tinha o consumo comercial limitado a regiões da Europa, América do Norte e Austrália (LIMA, 2013).

No hemisfério sul, a safra da pitaya ocorre de novembro à abril (LE BELLEC, *et al.*, 2006), distribuída em 4 a 8 ciclos bem definidos (PUSHPAKUMARA, *et al.*, 2005), nos quais pode-se observar plantas com botões florais em estágio inicial, botões em desenvolvimento, frutos verdes e frutos maduros no mesmo período (MARQUES, *et al.*, 2011). Elas apresentam antese noturna, iniciando aproximadamente às 19 horas, com duração de cerca de 15 horas, começando a fechar nas primeiras horas da manhã (MENEZES, *et al.*, 2015). Após polinizadas, o começo do desenvolvimento do fruto é observado, caracterizado pelo secamento dos vestígios florais (MARQUES, *et al.*, 2011).

Por ser tratar de uma cultura recente, há pouca informação sobre a biologia floral e as necessidades de polinização para a cultura, o que limita o potencial de sua produtividade (LE BELLEC, *et al.*, 2006). Os morcegos são os melhores polinizadores noturnos da pitaya (LE BELLEC, 2004; VALIENTE-BANUET, *et al.*, 2007; WEISS, *et al.*, 1994), enquanto que as abelhas são os melhores polinizadores diurnos (LE BELLEC, 2004; MARQUES, *et al.*, 2011). Embora a abertura das flores de pitaya ocorra a noite, mais visitantes aparecem durante o dia (MUNIZ, *et al.*, 2019), reduzindo o sucesso da polinização natural, devido ao curto tempo para a ação dos polinizadores diurnos, além da perda do pólen devido à ação do vento. Devido ao tamanho e morfologia das flores, as abelhas tem baixa eficiência na polinização da pitaya (MERTEN, 2003), entretanto, alguns estudos sugerem que a polinização feita por abelhas pode apresentar bons resultados na produção de frutos de pitaya (WEISS, *et al.*, 1994; MARQUES, *et al.*, 2011).

Para a formação de frutos de pitaya é essencial que ocorra a polinização (MENEZES, *et al.*, 2015), sendo muitas vezes necessária a realização de forma manual (SILVA, *et al.*, 2015). A origem genótipo doador do pólen utilizado na polinização manual pode apresentar diferentes resultados, tanto em relação ao período da colheita quanto a sua produtividade (MUNIZ, *et al.*, 2020). Os genótipos *S. undatus* e *H. polyrhizus* aparentam ter parcial autoincompatibilidade, sendo necessária a polinização manual cruzada para que se alcance a produtividade comercial (WEISS, *et al.*, 1994; HERNÁNDEZ e SALAZAR, 2012).

Devido à falta de informações conclusivas sobre as exigências de polinização e polinizadores das flores de pitaya, há uma limitação do potencial produtivo da cultura em diferentes regiões. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo avaliar a produção e qualidade

do fruto de *H. polyrhizus* e *S. undatus* em função da polinização natural, autopolinização manual e polinização cruzada manual, nas condições do clima de Florianópolis - SC.

### 4.3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 4.3.1 Caracterização da área de estudo

O experimento foi conduzido no período de novembro de 2021 a maio de 2023, no pomar didático da Fazenda Experimental da Ressacada, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), situado no município de Florianópolis, Santa Catarina, localizado às coordenadas geográficas 27°41'0,7"S 48°32'38"O e altitude de 5 m. O clima da região, de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, é do tipo Cfa (subtropical úmido) com temperaturas médias de 21,5 °C e 1638,2 mm de pluviosidade média anual (BACK e POLETO, 2017). O município do experimento tem fotoperíodo médio de 12,9 h, sendo os dias mais longos encontrados entre os meses de novembro e fevereiro, com média de 14h. (BEGNINI, *et al.*, 2013). O solo da área experimental é classificado como Neossolo Quartzarênico Hidromórfico Típico (NIERO, 2011).

#### 4.3.2 Origem das mudas

As mudas de pitaya *H. polyrhizus* e *S. undatus* foram originadas de um pomar comercial localizado no município de Londrina, Paraná. Foram produzidas em julho de 2019, a partir de estacas de cladódios de 15 a 30 cm de comprimento, que foram acondicionadas em ambiente protegido por um período de 15 dias para a cicatrização dos cortes. As estacas foram então enraizadas individualmente em vasos de dois litros com aproximadamente 15 cm de altura. O substrato utilizado consistiu em uma base de areia e substrato comercial Plantmax®. As estacas foram introduzidas a cerca de 5 cm de profundidade e irrigadas uma vez por semana. As mudas formadas foram plantadas no campo em dezembro de 2019.

#### 4.3.3 Instalação, condução e delineamento experimental

As mudas foram plantadas em pares da mesma espécie adjacentes a tutores de concreto em substrato adubado, em uma elevação de 40 cm em relação ao terreno. O experimento instalado conta com 24 mudas de *S. undatus* e 24 mudas de *H. polyrhizus* distribuídas em 2 linhas de plantio, com espaçamento de 3 m entre si e 2 m entre tutores. Cada linha de plantio

conta com um sistema de condução e com as duas espécies avaliadas. Foram avaliadas todas as plantas do experimento, que estavam localizadas entre as bordaduras da área.

Os sistemas de condução empregados foram do tipo convencional em que a copa da planta se desenvolve em forma de guarda-chuva, de forma individual, com os cladódios produtivos ao seu entorno apoiada em um pneu e do tipo sistema de cortina dupla, em que os cladódios ficam dispostos de forma mais espaçada, pois a planta é conduzida de forma perpendicular ao tutor através de arames protegidos com mangueiras para não causar danos às plantas devido ao seu próprio peso. No sistema de cortina dupla os arames conectam os tutores em forma linear, permitindo o contato entre planta de diferentes tutores, tornando um sistema interligado. Por se tratar de plantar de segundo ciclo produtivo, o sistema de condução não foi objeto de avaliação no experimento.

A partir da análise de solo, que indicou níveis médios de matéria orgânica e disponibilidade de  $P_2O_5$  e  $K_2O$ , foi realizada a seguinte adubação por safra, considerando a expectativa de produtividade de  $30 \text{ t.ha}^{-1}$ : 200g de ureia, 51g de superfosfato triplo, 145g de cloreto de potássio, aplicadas ao pé do tutor com duas mudas, parceladas nos meses de setembro, novembro, janeiro e março das safras de 2021/22 e 2022/23. A adubação foi baseada na recomendação de Lone (2020).

Foram selecionadas 20 flores de cada espécie, *S. undatus* e *H. polyrhizus*, em cada ciclo e utilizados 3 tipos de polinização, definindo os 3 tratamentos:

1. Polinização natural, quando não houve intervenção humana e as flores foram deixadas para serem polinizadas pelos polinizadores locais;
2. Autopolinização manual, quando a polinização foi feita através do pólen da própria flor e/ou de outras da mesma espécie;
3. Polinização cruzada manual, quando flores de *S. undatus* receberam pólen de *H. polyrhizus* e flores de *H. polyrhizus* receberam pólen de *S. undatus*.

O pólen utilizado nos tratamentos 2 e 3 foi previamente coletado no local do experimento e armazenado em recipiente individual para uso imediato. A aplicação do pólen nos estigmas foi realizada com auxílio de pinceis.

Alguns dias após a antese, frutos que foram efetivamente fecundados receberam um saco de proteção contra pragas em polipropileno da Boutin, que permite pelo menos 85% da passagem da radiação.

#### 4.3.4 Caracterização dos polinizadores locais

Por meio de observação direta foi possível definir o principal polinizador no local do experimento. Nas observações que ocorreram das 17 às 21 horas nos dias que ocorreram a antese, foi possível observar o predomínio da abelha Arapuá (*Trigona spinipes*) em relação aos demais. Além da abelha Arapuá foi observado nesse horário poucos indivíduos de Mamangava (*Bombus* sp.) e algumas Abelhas-europeias (*Apis mellifera*) solitárias. Nesse período a abelha Arapuá, de forma agressiva, impedia a aproximação desses outros polinizadores. Ao fim desse período de observação, percebeu-se que as flores visitadas pelos polinizadores não possuíam mais pólen nas anteras, impedindo a polinização no restante do período da antese.

#### 4.3.5 Avaliação da produção e produtividade

As avaliações de produção foram realizadas em frutos que alcançaram seu ponto de colheita, com a casca vermelha, indicando sua maturação, de acordo com a metodologia proposta por Jiang *et al.* (2011). Foram avaliadas a massa fresca do fruto (g), calculada a partir da média aritmética da massa dos frutos de cada parcela, logo após a colheita. A produção por planta (Kg) foi calculada a partir do somatório da massa fresca (g) dos frutos obtidos logo após a colheita. As medições foram realizadas com o auxílio de uma balança de precisão. A contagem do número de frutos por planta de cada parcela, expresso em número de frutos por planta.

#### 4.3.6 Avaliação de pós colheita de frutos

As avaliações de pós colheita foram realizadas em frutos que alcançaram seu ponto de colheita, com a casca vermelha, indicando sua maturação.

##### 4.3.6.1 Características físicas

Para as avaliações físicas, foi utilizada a metodologia adaptada proposta por Jiang *et al.* (2011). Foram analisados o peso da polpa (g) e o peso da casca (g), obtidos através da pesagem após a separação das duas partes. Na sequência foi obtido o rendimento de polpa (%). O diâmetro longitudinal (mm), o diâmetro transversal (mm) e a espessura da casca (mm), que foram obtidos com o auxílio de um paquímetro. Com as medidas das dimensões encontradas,

foi calculado o índice de formato do fruto, ao dividir sua largura pelo seu comprimento, que indica e a sua correlação com o peso da polpa do fruto.

#### 4.3.6.2 Características químicas

A partir da extração da polpa de 30 amostras de fruto da pitaya, foram determinadas a acidez titulável (expresso em % de ácido málico), os sólidos solúveis (expresso em °Brix) através da metodologia proposta por Osuna-Enciso *et al.* (2016) e o pH. Foi misturado 5 ml de suco com 20 ml de água destilada. Essa mistura foi então filtrada. A partir dessa mistura foi determinada a acidez titulável por volumetria com indicador. Foram adicionadas 2 gotas de fenolftaleína e que, sob agitação, uma solução de hidróxido de sódio (NaOH 0,1 N) foi adicionada até a mudança na coloração (ZENEBO e PASCUET, 2005). Os sólidos solúveis (SS) foram obtidos através da leitura em um refratômetro digital de bancada (ITREFD-45). O aparelho foi calibrado com água destilada, em seguida a solução foi distribuída sobre o prisma e a leitura foi realizada diretamente em °Brix. Um índice para avaliar a maturação partir da relação SS/AT foi obtido. O pH foi avaliado através da leitura das amostras do mosto em pHmetro de bancada (Adwa Instruments B.V.B.A - AD1000, Romênia) calibrado com soluções tampão a pH 4,0 e pH 7,0.

#### 4.3.7 Análise dos dados

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com esquema bifatorial 3 x 2, com 24 repetições. Os dados obtidos foram submetidos a ANOVA e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ), foi utilizado o software R v. 4.2.3 (R CORE TEAM, 2023).

### 4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 6 é possível observar a análise da variância para os fatores espécie, polinização e a para a interação entre espécie\*polinização. Foram encontradas diferenças estatisticamente significativas para grande parte das variáveis avaliadas nos fatores espécie e polinização. Contudo, não foi observado efeito da interação espécie\*polinização para nenhuma das variáveis analisadas.

Tabela 6. Análise de variância e coeficiente de variação para os fatores espécie, polinização e para interação espécie\*polinização.

Variável/Fator	Espécie	Polinização	Espécie * Polinização	CV (%)
2021/2022				
Massa do fruto (g)	0,0206	< 0,001	0,2027	32,16
Massa da polpa (g)	0,04128	< 0,001	0,1246	40,24
Massa da casca (g)	0,1004	< 0,001	0,1413	34,32
Rendimento de polpa (%)	< 0,001	< 0,001	0,1384	14,65
Produtividade (Kg/planta)	0,4732	< 0,001	0,1071	33,25
Comp. longitudinal (mm)	< 0,001	< 0,001	0,4854	61,82
Comp. transversal (mm)	< 0,001	< 0,001	0,5915	62,05
Índice de formato do fruto	0,1812	0,112	0,5421	7,75
Espessura casca (mm)	0,03685	0,7399	0,2492	44,23
pH	-	-	-	-
Ácido málico (%)	< 0,001	0,5099	0,4896	26,76
Sólido				
s Solúveis (°Brix)	0,202	0,07196	0,2586	11,79
SS/AT	< 0,001	0,8911	0,3761	25,6
2022/2023				
Massa do fruto (g)	< 0,001	< 0,001	0,06501	28,98
Massa da polpa (g)	< 0,001	< 0,001	0,04613	33,41
Massa da casca (g)	0,567	0,00527	0,2513	32,45
Rendimento de polpa (%)	< 0,001	0,02823	0,2515	12,33
Produtividade (Kg/planta)	< 0,001	< 0,001	0,1988	30,51
Comp. longitudinal (mm)	0,9269	< 0,001	0,3057	11,64
Comp. transversal (mm)	< 0,001	< 0,001	0,1365	11,86
Índice de formato do fruto	< 0,001	0,556	0,9141	12,13
Espessura casca (mm)	0,0016	0,3728	0,468	34,41
pH	< 0,001	0,04122	0,2544	9,48
Ácido málico (%)	< 0,001	0,9921	0,7682	35,14
Sólidos Solúveis (°Brix)	< 0,001	0,411	0,03265	19,27
SS/AT	< 0,001	0,9662	0,474	34,17

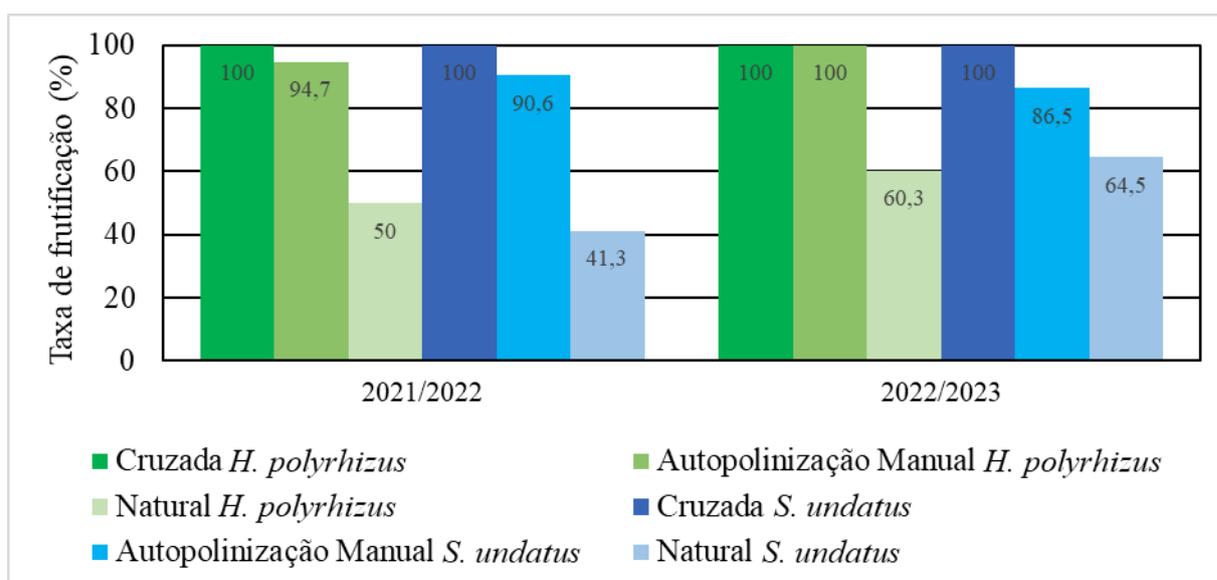
Na Figura 11 é possível observar que a polinização cruzada de *Selenicereus undatus* e *Hylocereus polyrhizus* obtiveram 100% da taxa de frutificação, em ambas as safras, seguida pela autopolinização manual. Pode-se considerar que não houve autoincompatibilidade dos clones avaliados, ocorrendo taxa de frutificação equivalente à da polinização cruzada. Já a polinização natural obteve menor resultado menor que a polinização cruzada, sendo menor em 2021/2022 em relação a 2022/2023.

Apesar da presença e alta atividade da abelha Arapuá (*T. spinipes*) nas flores de pitaya avaliadas, ficou clara sua baixa eficiência na polinização. Para a maioria dos parâmetros físicos avaliados foi observado um resultado superior da polinização cruzada e autopolinização manual em relação à polinização natural. Isso ocorre, provavelmente, devido ao grande número de

óvulos a serem fecundados (WEISS, *et al.*, 1994) e baixa eficiência de transferência de pólen pelas abelhas Arapuá (*T. spinipes*), além do reduzido tempo disponível para a polinização.

Menezes *et al.* (2015) também observaram uma alta taxa de frutificação de autopolinização dos clones avaliados, indicando autocompatibilidade. Porém, taxa de frutificação menor que as avaliações de polinização cruzada. Valiente-Banuet *et al.* (2007) observaram que, em seu ambiente natural no México, *S. undatus* tem alta taxa de frutificação em polinização natural ou autopolinização. Isso indica que aquelas flores foram capazes de se estabelecer na ausência de polinizadores. Da Silva *et al.* (2011) reportou que, em Jaboticabal - SP, a auto polinização de *S. undatus* resultou em nenhuma frutificação, resultado oposto a Pushpakumara *et al.* (2005), em Sri Lanka, que resultou em 100% da frutificação com a auto polinização de *S. undatus*. Estudos ainda não são conclusivos sobre a eficácia da autofecundação da pitaya. Segundo Menezes (2013), a espécie *S. undatus* é alógama, e que a reprodução ocorre preferencialmente por fecundação cruzada. A autora completa que a frutificação em flores autopolinizadas de forma espontânea indica que não há autoincompatibilidade, e que a ocorrência da alogamia pode ser causada pela estrutura floral da espécie. Na espécie *S. undatus*, há a ocorrência de diferentes genótipos autógamos e alógamos.

Figura 11. Porcentagem de taxa de frutificação de *S. undatus* e *H. polyrhizus* nas safras de 2021/2022 e 2022/2023 em função da polinização cruzada, autopolinização e polinização natural.



Os resultados obtidos comprovam que a polinização cruzada aumenta significativamente a produtividade das plantas. Dentre os genótipos avaliados, *H. polyrhizus*

apresentou maior potencial produtivo em comparação com *S. undatus* (Tabela 7). Pode-se observar que a polinização cruzada resultou em maior massa de fruto (528,63 g), massa de polpa (400,09 g), massa de casca (125,09 g), rendimento de polpa (76%) e produtividade (1,98 Kg/planta) em relação à autopolinização manual e polinização natural. Observou-se também que *H. polyrhizus* obteve maiores valores nas variáveis massa de fruto (328,70 g), massa de polpa (260,51 g), rendimento de polpa (74%) e produtividade (0,92 Kg/planta), em relação à *S. undatus*, na safra 2021/2022. Já na safra seguinte, de 2022/2023, observou-se que a polinização cruzada resultou em maior massa de fruto (439,71 g) e maior produtividade (2,29 Kg/planta) em relação à autopolinização manual e polinização natural, enquanto que a polinização cruzada e autopolinização manual apresentaram maior massa de polpa (255,28 g e 246,46 g, respectivamente) e maior massa de casca (150,39 g e 156,70 g, respectivamente) em relação à polinização natural. *H. polyrhizus* obteve maiores valores para as variáveis massa de fruto (398,19 g), massa de polpa (292,53 g), rendimento de polpa (67%) e produtividade (1,97 Kg/planta), em relação à *S. undatus* (Tabela 7).

Esses resultados corroboram com Moreira *et al.* (2022), que observaram diferentes resultados em diferentes dias de avaliação de polinização, em que a polinização cruzada manual de *S. undatus* com pólen de *H. polyrhizus* obtiveram frutos de maior massa e tamanho, porém este resultado também pode ser alcançado com a autopolinização manual de *S. undatus*, sendo ambos os métodos superiores à polinização natural local. Os autores completam que o volume maior de pólen depositado no estigma leva ao desenvolvimento de um fruto maior e com maior número de sementes. Dag e Mizrahi (2005) observaram o aumento na massa de fruto de pitaya amarela (*Selenicereus megalanthus*) com o uso de autopolinização da mesma flor, e de polinização cruzada com outras flores da mesma espécie, em comparação com a polinização natural. Tran *et al.* (2015) observaram em seu trabalho com *S. undatus* que a autopolinização manual e polinização cruzada aumentaram a massa de fruto, em comparação com a polinização natural, enquanto *H. polyrhizus* demonstrou ser parcialmente auto-incompatível, aumentando sua massa com a polinização cruzada. Segundo Le Bellec (2004), a qualidade de frutos obtidos com a polinização natural é geralmente menor que frutos obtidos com polinização manual cruzada. Weiss *et al.* (1994) observaram que frutos de *S. undatus* e *H. polyrhizus* resultantes de polinização cruzada manual eram maiores e mais pesados que relação à frutos de polinização natural. Lone *et al.* (2017) observaram que a polinização cruzada de *H. polyrhizus* e *S. costaricensis* aumentou a massa de frutos de *S. undatus*, em relação à autopolinização. Da Silva *et al.* (2011) relataram, para frutos de *S. undatus*, que a polinização cruzada com pólen de *H. polyrhizus* resultou em maior massa de fruto, massa de polpa e massa de casca, em relação à

frutos originados de polinização cruzada de *S. setaceus*. Em seu trabalho com *H. polyrhizus*, Renfiyeni (2018) observou que a polinização cruzada gerou frutos de maior massa, maior comprimento e maior diâmetro em comparação à auto polinização e polinização natural. Indriyani (2019) observou grande número de insetos em seu trabalho, o que fez com que as avaliações de polinização natural tenham gerado frutos grandes, próximos aos da polinização cruzada.

Autopolinização e autocompatibilidade parecem ser características comuns à várias espécies de pitaya (MUNIZ, *et al.*, 2019). Entretanto, a maioria das espécies de autopolinização apresentam déficit de polinização, reduzindo o potencial produtivo da planta, fazendo com que ainda assim seja recomendada a sua polinização manual (LE BELLEC, 2004; MENEZES, *et al.*, 2015; TRAN e YEN, 2014; WEISS, *et al.*, 1994).

Tabela 7. Massa de fruto (g), massa de polpa (g), massa de casca (g), rendimento de polpa (%) e produtividade (Kg/planta) em função do tipo de polinização nos genótipos *S. undatus* e *H. polyrhizus* nas safras de 2021/2022 e 2022/2023.

<b>Polinização/ Genótipo</b>	<b>Massa de fruto (g)</b>	<b>Massa de polpa (g)</b>	<b>Massa de casca (g)</b>	<b>Rendimento de polpa (%)</b>	<b>Produtividade (Kg/planta)</b>
<b>2021/2022</b>					
<b>Cruzada</b>	528,63 a*	400,09 a	125,09 a	76 a	1,98 a
<b>Autopol. Manual</b>	324,04 b	206,85 b	83,53 b	68 b	1,12 b
<b>Natural</b>	199,15 c	126,15 c	73,94 b	59 c	0,34 c
<b><i>S. undatus</i></b>	261,99 b	190,29 b	90,53 a	61 b	0,81 b
<b><i>H. polyrhizus</i></b>	328,70 a	260,51 a	82,66 a	74 a	0,92 a
<b>2022/2023</b>					
<b>Cruzada</b>	439,71 a	255,28 a	150,39 a	62 a	2,29 a
<b>Autopol. Manual</b>	385,94 b	246,46 a	156,70 a	59 a	1,96 b
<b>Natural</b>	203,44 c	141,39 b	96,17 b	57 a	0,46 c
<b><i>S. undatus</i></b>	275,44 b	176,22 b	149,69 a	53 b	1,07 b
<b><i>H. polyrhizus</i></b>	398,19 a	292,53 a	135,42 a	67 a	1,97 a

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Na Tabela 8 é possível observar que na safra 2021/2022, frutos originados a partir da polinização cruzada apresentaram maior comprimento longitudinal (89,85 mm) e maior comprimento transversal (75,53 mm) em relação a frutos com autopolinização manual e polinização natural. *S. undatus* apresentou maior comprimento longitudinal de fruto (67,85 mm), maior comprimento transversal de fruto (34,89 mm) e maior espessura de casca (2,38 mm), em relação à *H. polyrhizus*. Já para a safra 2022/2023, a polinização cruzada originou

frutos com maior comprimento longitudinal (97,56 mm) em relação à autopolinização manual e polinização natural, enquanto na polinização cruzada e autopolinização manual os frutos obtiveram maior comprimento transversal (81,15 mm e 81,82 mm, respectivamente) em relação à polinização natural. O genótipo *H. polyrhizus* apresentou maior comprimento transversal (82,51 mm) e índice de fruto mais próximo a 1 (0,93), indicando um fruto mais redondo, em relação à *S. undatus*. *S. undatus*, por sua vez, apresentou maior espessura de casca (4,22 mm), em relação à *H. polyrhizus*.

Moreira *et al.* (2022) observaram que a polinização cruzada e autopolinização aumentaram significativamente o comprimento longitudinal e comprimento transversal de fruto da espécie *S. undatus*. Lone *et al.* (2017) observaram que a polinização cruzada de *H. polyrhizus* e *S. costaricensis* aumentou o comprimento longitudinal e transversal de frutos de *S. undatus*, em relação à auto polinização, enquanto que o tipo de polinização não influenciou na espessura da casca. Da Silva *et al.* (2011) relataram que a polinização cruzada com pólen de *H. polyrhizus* ou *S. setaceus*, não diferenciou em relação ao comprimento longitudinal e no comprimento transversal, assim como na espessura da casca, de frutos de *S. undatus*.

Em um estudo anterior, Tran *et al.* (2015) encontraram que em cultivares parcial ou completamente auto-compatíveis, frutos maiores foram produzidos após polinização cruzada. Enquanto que a polinização cruzada não afeta a espessura da casca, tem um efeito no rendimento de polpa. Em geral, frutos maiores têm maior porcentagem de polpa comestível.

Tabela 8. Comprimento de fruto, índice de formato de fruto e espessura de casca (mm) em função do tipo de polinização, nos genótipos *S. undatus* e *H. polyrhizus* nas safras de 2021/2022 e 2022/2023.

Polinização/ Genótipo	Comprimento longitudinal de fruto (mm)	Comprimento transversal de fruto (mm)	Índice de formato de fruto	Espessura de casca (mm)
<b>2021/2022</b>				
<b>Cruzada</b>	89,85 a*	73,53 a	0,83 a	2,11 a
<b>Autopol. Manual</b>	63,50 b	52,84 b	0,83 a	2,00 a
<b>Natural</b>	32,21 c	25,92 c	0,81 a	2,53 a
<i>S. undatus</i>	67,85 a	55,23 a	0,81 a	2,38 a
<i>H. polyrhizus</i>	34,89 b	28,95 b	0,82 a	1,69 b
<b>2022/2023</b>				
<b>Cruzada</b>	97,56 a	85,15 a	0,88 a	3,53 a
<b>Autopol. Manual</b>	93,01 b	81,82 a	0,88 a	3,83 a
<b>Natural</b>	74,82 c	65,14 b	0,88 a	3,14 a
<i>S. undatus</i>	87,10 a	71,33 b	0,82 b	4,22 a
<i>H. polyrhizus</i>	89,45 a	82,51 a	0,93 a	2,85 b

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A polinização cruzada resultou em frutos com maior teor de sólidos solúveis (11,14 °Brix) em relação à polinização natural e *S. undatus* apresentou maior concentração de ácido málico (0,22%) em relação à *H. polyrhizus*, enquanto *H. polyrhizus* apresentou maior valor na relação de SS/AT (70,13), em comparação com *S. undatus*, para a safra 2021/2022. Na safra 2022/2023 não foram encontradas diferença entre os tipos de polinização para as variáveis relacionadas a qualidade dos frutos. *S. undatus* apresentou maior concentração de ácido málico (0,40%) em relação à *H. polyrhizus*, enquanto *H. polyrhizus* apresentou maior pH (4,77), maior teor de sólidos solúveis (12,65 °Brix) e maior valor na relação de SS/AT (82,38), em comparação com *S. undatus* (Tabela 9).

Moreira *et al.* (2022) observaram variação nos resultados em avaliações químicas em diferentes dias, não demonstrando diferença entre polinização cruzada, autopolinização e polinização natural para esses fatores, na espécie *S. undatus*. Dag e Mizrahi (2005) observaram o aumento nos sólidos solúveis da pitaya amarela (*Selenicereus megalanthus*) com o uso de autopolinização da mesma flor, e de polinização cruzada com outras flores da mesma espécie, em comparação com a polinização natural. Lone *et al.* (2017) observaram que não houve diferença na concentração de sólidos solúveis em frutos de *S. undatus* originários de autopolinização, ou de polinização cruzada com *H. polyrhizus* ou *Selenicereus costaricensis*. Da Silva *et al.* (2011) relataram, para frutos de *S. undatus*, que a polinização cruzada com pólen

de *S. setaceus* resultou em maior valor de acidez titulável, em relação à frutos originados de polinização cruzada de *H. polyrhizus*, não observando diferença na concentração de sólidos solúveis e pH, independente da origem do pólen destes genótipos avaliados.

É importante que a relação SS / AT seja inferior a 40 para que os frutos de pitaya apresentem boa qualidade. Resultados superiores a 40 indicam frutos sem sabor devido à perda de ácidos orgânicos durante a respiração (VAN TO, *et al.*, 2000).

A baixa qualidade de frutos indicadas a partir de altos valores na relação de SS / AT neste trabalho podem ser atribuídos à baixa concentração de sólidos solúveis (°Brix) e alta concentração de ácido málico (%) nos frutos. Isso pode ter ocorrido devido à necessidade na colheita antecipada dos frutos devido ao ataque de pássaros no momento de maturação dos frutos. Segundo resultados apresentados por Cruz e Sant'anna Martins (2022), frutos de boa qualidade de *H. polyrhizus* variam de 11 a 22 °Brix e 0,17 a 0,24% de ácido málico, enquanto que de *S. undatus* variam de 11 a 18 °Brix e 0,11 a 0,20% de ácido málico.

O resultado na relação SS / AT da segunda safra de *S. undatus* (33,48) indica boa qualidade dos frutos, assim como encontrados por Centurión-Yah, *et al.* (2008), no México.

Tabela 9. pH, ácido málico (%), sólidos solúveis (°Brix) e relação SS/AT em função do tipo de polinização, nos genótipos *S. undatus* e *H. polyrhizus* nas safras de 2021/2022 e 2022/2023.

Polinização/ Genótipo	pH	Ácido málico (%)	Sólidos Solúveis (°Brix)	SS / AT
<b>2021/2022</b>				
<b>Cruzada</b>	-*	0,21 a	11,14 a	58,04 a
<b>Autopol. Manual</b>	-	0,20 a	10,79 ab	55,77 a
<b>Natural</b>	-	0,19 a	10,17 b	59,77 a
<i>S. undatus</i>	-	0,22 a	10,69 a	52,42 b
<i>H. polyrhizus</i>	-	0,15 b	10,38 a	70,13 a
<b>2022/2023</b>				
<b>Cruzada</b>	4,44 a	0,30 a	11,57 a	54,15 a
<b>Autopol. Manual</b>	4,43 a	0,29 a	11,77 a	55,99 a
<b>Natural</b>	4,26 a	0,26 a	11,22 a	67,13 a
<i>S. undatus</i>	4,07 b	0,40 a	10,62 b	33,48 b
<i>H. polyrhizus</i>	4,77 a	0,17 b	12,65 a	82,38 a

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

#### 4.5 CONCLUSÕES

O uso da polinização cruzada foi eficiente no aumento da produtividade nos dois genótipos de pitaya avaliados, especialmente para massa e tamanho de fruto, rendimento de polpa e produção por planta.

A polinização cruzada também resultou na melhora da qualidade dos frutos de ambos os genótipos, com aumento na concentração de sólidos solúveis sem afetar a concentração de ácido málico.

O genótipo *H. polyrhizus* se demonstrou mais eficiente no ganho da produção em relação ao genótipo *S. undatus*, nos parâmetros massa de fruto, rendimento de polpa e na produtividade das plantas.

O genótipo *H. polyrhizus* apresentou menor acidez e maior concentração de sólidos solúveis enquanto o genótipo *S. undatus* apresentou maior concentração de ácido málico.

Não foi observada auto-incompatibilidade em nenhum dos genótipos avaliados.

## 5 FREQUENCIA DE APLICAÇÃO DE BIOESTIMULANTE NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE DIFERENTES GENÓTIPOS DE PITAYA

### 5.1 RESUMO

A pitaya, também conhecida como dragon fruit, apresenta grande rusticidade com potencial produtivo, possui atributos físicos, nutricionais e sensoriais interessantes e atraentes para uma alimentação saudável. Como principal forma de reprodução a campo, a estaquia tem como objetivo a precocidade e uniformidade do pomar. Para uma melhor qualidade da muda, o uso de bioestimulantes é uma opção para ajudar no enraizamento. O objetivo deste trabalho foi avaliar o enraizamento e a brotação de estacas de pitaya em função de diferentes concentrações de bioestimulante a base de extrato alga, SprintAlga TS®(Biolchim), aplicadas em diferentes períodos de tempo. O trabalho foi realizado no período de 25 de setembro de 2022 a 9 de janeiro de 2023, na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) em Florianópolis - SC, Brasil. Foram avaliadas as espécies de pitaya *Selenicereus undatus*, *Hylocereus polyrhizus*, Golden (*Selenicereus undatus*), *Selenicereus costaricensis* e *Hylocereus setaceus*. O material vegetativo utilizado, que possuía cerca de 20 cm de comprimento, foi originado da Estação Experimental da EPAGRI, de Itajaí - SC. As estacas foram acondicionadas em ambiente sombreado por um período de 21 dias e enraizadas a 5 cm de profundidade, separadamente em sacos plásticos de dois litros de substrato. Os tratamentos aplicados no experimento consistiram em Testemunha (água da irrigação), Aplicação do bioestimulante 22 e 52 dias após o plantio das estacas e Aplicação do bioestimulante 10, 22, 36 e 52 dias após o plantio das estacas. As avaliações foram feitas 24 dias após a última aplicação de bioestimulante. Os dados obtidos foram submetidos ao teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ). O uso do extrato alga marinha se mostrou promissor para a cultura da pitaya, contudo mais estudos precisam ser realizados. Os dados demonstraram 100% de sobrevivência das estacas. O uso do bioestimulante a base de extrato alga se mostrou eficiente para a propagação dos genótipos Golden e *S. undatus*. Porém, a aplicação 4 vezes afetou de forma negativa o desenvolvimento radicular do genótipo *S. setaceus*. Os genótipos *S. costaricensis* e *S. setaceus* demonstraram ter menor vigor de desenvolvimento vegetativo em relação aos genótipos *H. polyrhizus*, *S. undatus* e Golden.

**Palavras-chave:** Extrato de algas. Produção de mudas. SprintAlga TS®.

## 5.2 INTRODUÇÃO

A pitaya, uma cactácea originária das florestas tropicais da América Central e do Sul, possui atributos físicos, nutricionais e sensoriais interessantes e atraentes para uma alimentação saudável, de alta demanda pelo consumidor, sendo uma boa uma opção para o produtor na diversificação da fruticultura (SATO, *et al.*, 2014). É uma importante fruta exótica na produção nacional (HA, *et al.*, 2014) e de grande valor comercial (MOREIRA, *et al.*, 2011), de rápido retorno financeiro, produzindo logo no primeiro ano após plantio (LE BELLEC, *et al.*, 2006). Apresenta alta perspectiva de exportação, o que auxilia, além da economia, também no desenvolvimento social e humano nas regiões produtoras (NERD e MIZRAHI, 1998). A produção da pitaya pode superar 40 t.ha<sup>-1</sup> até o sexto ano do plantio.

Também conhecida como dragon fruit, a pitaya apresenta grande rusticidade, e diversas espécies com potencial produtivo (POLLNOW, 2018). A pitaya tem a capacidade de se adaptar a diversos tipos de ambientes, como regiões chuvosas e de grande altitude, e pode sobreviver a climas com altas temperaturas, como até 40°C. Apesar de preferir a meia sombra fornecida pela floresta, algumas espécies produzem normalmente ao sol (LE BELLEC, *et al.*, 2006).

A cultura é distribuída em quatro gêneros distintos: *Cereus*, *Hylocereus*, *Selenicereus* e *Stenocereus*, com destaque para as espécies *Hylocereus polyrhizus* e *Selenicereus undatus* (POLLNOW, 2018), que apresentam diversos nomes, como pitahaya, pitaya, pitaya vermelha ou “rainha da noite”, devido as grandes flores, rosadas ou brancas que apresentam sua antese noturna e que fecham na manhã seguinte (ALMEIDA, 2015).

O uso de propagação assexuada, por estaquia, na produção de pitayas, tem como principal objetivo a precocidade e a uniformidade do pomar. Plantas originadas a partir de sementes começam a produzir fruto no quinto ano após o plantio, e de baixa uniformidade. Enquanto plantas originadas a partir de estacas já podem produzir no primeiro ano após o plantio, e com uniformidade, o que é altamente vantajoso para o produtor (CRUZ e SANT'ANNA MARTINS, 2022). O plantio por estacas aumenta a homogeneidade do pomar, facilitando o manejo e a colheita (ORTIZ HERNÁNDEZ e CIIDIR, 2000). A propagação por estacas é, portanto, uma das etapas mais importantes no estabelecimento de um pomar, aumentando a taxa de crescimento e sobrevivência das plantas, eliminando o replantio, reduzindo os custos de manutenção e aumentando a resistência das plantas após o plantio (CRUZ, *et al.*, 2006).

Para que ocorra um melhor desenvolvimento e crescimento do sistema radicular e, conseqüentemente, obtenção de mudas de qualidade, recomenda-se o uso de enraizadores

durante o processo de propagação vegetativa (BINSFELD, *et al.*, 2019). Os enraizadores estimulam a formação de raízes e estruturação do sistema radicular, fatores que têm relação direta com o aumento da produtividade (BERTICELLI e NUNES, 2009).

Bioestimulantes são produtos naturais, que podem conter agentes biológicos, ajudam na eficiência nutricional das plantas, na resposta ao estresse abiótico, na produtividade e na qualidade da produção (CASTRO, *et al.*, 2019). Um bioestimulante de uso promissor é a alga marinha, composta por macro e micronutrientes, além da citocinina, auxinas e substâncias de crescimento, levando a um maior desenvolvimento da planta tratada. O extrato de alga marinha também é benéfico ao substrato podendo aumentar sua capacidade de reter umidade e por promover crescimento de microrganismos benéficos para a planta (KHAN, *et al.*, 2009).

Para um melhor estabelecimento da cultura pitaya, é essencial que se utilize mudas de qualidade, e para atingir esse objetivo, novas práticas precisam ser testadas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o enraizamento e a brotação de estacas de pitaya em função de aplicações de bioestimulante a base de extrato de alga, SprintAlga TS®(Biolchim), aplicadas em diferentes períodos de tempo.

### 5.3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 5.3.1 Caracterização da área de estudo e origem das mudas

O trabalho foi realizado no período de 25 de setembro de 2022 a 9 de janeiro de 2023, em ambiente protegido, na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), no Centro de Ciências Agrárias (CCA), em Florianópolis - SC, Brasil, localizado às coordenadas geográficas 27°34'58,1"S 48°30'19,5"O e altitude de 5 m. O clima da região, de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, é do tipo Cfa (subtropical úmido) com temperaturas médias de 21,5 °C e 1638,2 mm de pluviosidade média anual (BACK e POLETO, 2017). Foram avaliadas as espécies de pitaya *Selenicereus undatus* (anteriormente classificada de *Hylocereus undatus*), *Hylocereus polyrhizus*, Golden (uma variedade de *Selenicereus undatus*), *Selenicereus costaricensis* e *Hylocereus setaceus* (anteriormente classificada de *Selenicereus setaceus*). O material vegetativo utilizado, que possuía cerca de 20 cm de comprimento, foi originado de um pomar de pitaya da Estação Experimental da EPAGRI (48°45'50,8"S 26°57'7,9"O), localizado no município de Itajaí - SC.

### 5.3.2 Preparo das mudas e substrato

Para a preparação, as estacas das cinco espécies utilizadas no experimento foram acondicionadas em ambiente sombreado por um período de 21 dias. Esta prática é utilizada para que haja a cicatrização dos cortes, reduzindo a entrada de patógenos que poderiam prejudicar o enraizamento e desenvolvimento das plantas (LONE, *et al.*, 2020).

As estacas foram enraizadas separadamente em sacos plásticos de dois litros e com aproximadamente 18 cm de altura de substrato. O substrato utilizado consistiu em uma mistura de areia e substrato comercial Carolina Soil®, resultando em uma formulação de turfa Sphagnum (54%), areia fina (18%), casca de arroz torrefada (15%) vermiculita expandida (13%). As estacas foram introduzidas a cerca de 5 cm de profundidade e irrigadas uma vez por semana por um período de 76 dias até o momento da avaliação.

### 5.3.3 Tratamentos e avaliações

Os tratamentos aplicados no experimento, adaptado de De Freitas *et al.*, (2021):

1. Testemunha (água da irrigação);
2. Aplicação de 150 ml do bioestimulante a base de extrato de algas SprintAlga TS®(Biolchim) na concentração de 0,4 ml por litro de solução, 22 e 52 dias após o plantio das estacas. A solução foi aplicada na base das estacas, diretamente no substrato;
3. Aplicação de 150 ml do bioestimulante a base de extrato de algas SprintAlga TS®(Biolchim) na concentração de 0,4 ml por litro de solução, 10, 22, 36 e 52 dias após o plantio das estacas. A solução foi aplicada na base das estacas, diretamente no substrato.

As avaliações foram feitas 30 dias após a última aplicação de bioestimulante.

Foi determinado o percentual de sobrevivência das estacas, por meio da análise visual do estado do material, verificando se os tecidos que o compõem se apresentavam íntegros e vivos. Em seguida foi avaliado o percentual de estacas que emitiram brotação, realizada a contagem e medida de comprimento (cm) da maior brotação emitida pelas estacas.

Foi avaliado o percentual de estacas que emitiram raiz. Após a lavagem das raízes em água corrente, foi realizada a contagem do número total de raízes emitidas a partir da base da estaca, assim como a medida do comprimento (cm) das quatro maiores raízes, com o auxílio de régua graduada.

As avaliações destrutivas foram realizadas em laboratório, onde avaliou-se a massa fresca e a massa seca das raízes. A massa fresca foi mensurada em balança de precisão, a massa seca das raízes foi obtida após a secagem do material em estufa de ar forçado à 70°C por 72 h.

#### 5.3.4 Análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 3 repetições, dispostos em esquema fatorial 3 x 5, envolvendo 3 tratamentos para estimular o enraizamento (extrato de algas aplicado duas vezes, extrato de algas aplicado quatro vezes e testemunha) associadas aos 5 genótipos de pitaya (*S. undatus*, *H. polyrhizus*, Golden (*S. undatus*), *S. costaricensis* e *H. setaceus*), com 8 estacas por parcela, totalizando 120 estacas. Os dados obtidos foram submetidos ao teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ), tendo sido para tal função utilizado o software R v. 4.2.3 (R CORE TEAM, 2023).

Os dados de porcentagem de sobrevivência e porcentagem de enraizamento foram transformados em arc seno  $\sqrt{x}/100$ . Os dados de número de raiz e número de brotações foram transformados em  $\log(x + 1)$ , e submetidos à análise estatística.

#### 5.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nenhuma das estacas usadas no experimento apresentou algum tipo de doença até a análise dos dados, mantendo em 100% a taxa de sobrevivência do material. Essa alta taxa de sanidade está relacionada a sua rusticidade (POLLNOW, 2018), ao tempo entre a preparação do material vegetativa até sua colocação no substrato, que gerou boa cicatrização e perda de água (LONE, *et al.*, 2020), e também ao próprio substrato que apresentou alta capacidade de drenagem de água.

A taxa de enraizamento apresentou, para a espécie *S. costaricensis*, aumento significativo para os tratamentos com aplicação extrato de alga (87,50% cada) em relação ao controle, como pode ser observado na Tabela 10. A comparação das médias gerais entre os tratamentos indica um aumento da taxa de enraizamento para os genótipos de pitaya avaliados com o uso do extrato de alga. Observando a diferença entre as espécies, *S. undatus* (100%) e Golden (96,49) e *H. polyrhizus* (89,47%) obtiveram médias superiores a *S. setaceus* (75,76%) e a *S. costaricensis* (70,83%).

Segundo Bastos *et al.* (2006), estacas com maior reserva de carboidratos, apresentam maiores níveis endógenos de auxinas, o que lhes possibilitam melhor enraizamento, o que

poderia justificar a não interação entre os tratamentos, exceto por *S. costaricensis*, mas sim entre os genótipos neste trabalho. De Freitas *et al.* (2021) também não identificou eficiência no uso de extrato de alga para um aumento na taxa de enraizamento de *H. polyrhizus* e *S. undatus* em seu trabalho. Isso se dá pelo fato de tais espécies já terem alta taxa de enraizamento sem o uso de bioestimulante. Trabalhos de Marques *et al.* (2012) e Almeida *et al.* (2014) também relataram facilidade no enraizamento de *S. undatus*. Foi observado um aumento na taxa de enraizamento de jiboia (*Epipremnum aureum*) a partir do uso de bioestimulante de gel de *Aloe vera*, sendo equivalente ao uso de AIB (VILLAFUERTE, *et al.*, 2022). Brighenti *et al.* (2023) observou que o uso de bioestimulante de extrato de alga e AIB contribuíram com a taxa de enraizamento de estacas de diferentes porta-enxertos de videira.

Tabela 10. Taxa de Enraizamento (%) de diferentes genótipos de pitaya submetidos a aplicação de bioestimulante a base de extrato de algas.

Genótipo	Enraizamento (%)			Média
	Controle	2 x Ext. Alga	4 x Ext. Alga	
<i>H. polyrhizus</i>	84,21 Aab*	89,47 Aa	94,74 Aa	89,47 ab
<i>S. undatus</i>	100,00 Aa	100,00 Aa	100,00 Aa	100,00 a
Golden	89,47 Aab	100,00 Aa	100,00 Aa	96,49 a
<i>S. costaricensis</i>	37,50 Bc	87,50 Aa	87,50 Aa	70,83 c
<i>S. setaceus</i>	63,64 Ab	72,73 Aa	90,91 Aa	75,76 b
Média	80,56 B	91,67 AB	95,83 A	

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Na Tabela 11 é possível observar que para a taxa de brotação, na média, não houve diferença estatística entre a testemunha e a frequência de aplicação de bioestimulante. Para a média das espécies avaliadas foi possível observar que *S. undatus* (100%), Golden (96%) e *H. polyrhizus* (91%), apresentaram médias superiores de percentual de brotação a *S. costaricensis* (71%) que foi superior a *S. setaceus* (52%).

A não diferença na taxa de brotação pode ser explicada devido às reservas contidas nos cladódios e na fisiologia das gemas. Segundo Botin e Carvalho (2015), a formação das brotações está relacionada com a capacidade dos tecidos vegetais sofrerem rápidas divisões celulares, liberando as gemas da dominância apical. O principal fitormônio envolvido nessas atividades é a citocinina, que tem a capacidade de modificar a dominância apical e promoverem o crescimento de gemas laterais (TAIZ e ZEIGER, 2010).

Em trabalho desenvolvido na cultura da videira cv. Crimson Seedless, foi observado um aumento na área foliar e matéria seca da parte aérea com o uso de bioestimulante a base de extrato de alga. Contudo, maiores volumes do bioestimulante causaram valores menores em relação ao controle (RIBEIRO, *et al.*, 2017).

Tabela 11. Taxa de Brotação (%) de diferentes genótipos de pitaya submetidos a aplicação de bioestimulante a base de extrato de algas.

Genótipo	Brotação (%)			Média
	Controle	2 x Ext. Alga	4 x Ext. Alga	
<i>H. polyrhizus</i>	84,21 Aab*	89,47 Aab	100,00 Aa	91,23 a
<i>S. undatus</i>	100,00 Aa	100,00 Aa	100,00 Aa	100,00 a
Golden	89,47 Aab	100,00 Aa	100,00 Aa	96,49 a
<i>S. costaricensis</i>	62,50 Ab	75,00 Aab	75,00 Aab	70,83 b
<i>S. setaceus</i>	45,45 Ac	63,64 Ab	45,45 Ab	51,52 c
Média	80,56 A	88,89 A	88,89 A	

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

É possível observar na Tabela 12 que a aplicação de extrato de algas, 2 e 4 vezes, foi efetiva para aumentar o número de brotações na espécie *S. undatus*, em relação ao controle, assim como na média geral. Também é possível observar que as espécies Golden (2,05), *H. polyrhizus* (1,61) e *S. undatus* (1,58) obtiveram médias superiores a *S. costaricensis* (1,17), que por sua vez, teve média superior a *S. setaceus* (0,73).

Em seu trabalho, De Freitas *et al.* (2021) encontrou o aumento no número de brotações para espécie *H. polyrhizus* com o uso de extrato de alga em relação com controle. Porém o autor não identificou essa diferença para a espécie *S. undatus*. O aumento no número de brotações com o uso de extrato de algas se dá ao fato desses produtos terem hormônios e/ou substâncias promotoras de crescimento presentes nas algas marinhas utilizadas (PARADIKOVIĆ, *et al.*, 2019). Prieto *et al.* (2019) observou que o uso do ácido húmico aumentou a massa da parte aérea de estacas de videira porta-enxerto Paulsen 1103, com resultado superior ao uso de bioestimulante de extrato de alga e AIB. Prisa (2021) observou que, em cactos *Lobivia* Spp., o uso de alga marrom *Macrocystis Integrifolia* proporcionou um ganho no número de novas emissões e um aumento na massa vegetativa da planta.

Tabela 12. Número de brotações de diferentes genótipos de pitaya submetidos a aplicação de bioestimulante a base de extrato de algas.

Genótipo	N° de Brotações			Média
	Controle	2 x Ext. Alga	4 x Ext. Alga	
<i>H. polyrhizus</i>	1,32 Ab*	1,74 Aab	1,79 Aa	1,61 ab
<i>S. undatus</i>	1,20 Bbc	1,93 Aa	1,60 ABa	1,58 ab
Golden	2,32 Aa	2,00 Aa	1,84 Aa	2,05 a
<i>S. costaricensis</i>	0,88 Abc	1,25 Aab	1,36 Aab	1,17 b
<i>S. setaceus</i>	0,45 Ac	1,00 Ab	0,73 Ab	0,73 c
Média	1,36 B	1,68 A	1,56 AB	

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Quanto ao Comprimento da maior brotação, a espécie Golden obteve maior média com os tratamentos com o uso do extrato de alga, em relação ao controle. A espécie Golden (45,04 cm) também apresentou a maior média de comprimento de brotação em relação as outras espécies, seguida por *S. undatus* (25,00), *H. polyrhizus* (22,77 cm) e *S. costaricensis* (19,89 cm), seguidas por *S. setaceus* (10,29 cm) (Tabela 13).

De Freitas *et al.* (2021) avaliou o comprimento médios das brotações, encontrando eficiência no uso de extrato de algas, para a espécie *S. undatus*, porém não para *H. polyrhizus*. Na cultura da videira cv. Crimson Seedless, foi observado um aumento no tamanho das brotações com o uso de bioestimulante a base de extrato de alga (RIBEIRO, *et al.*, 2017). Salustiano (2017) observou que o uso de bioestimulante a base de alga resultou em maior comprimento da parte aérea da planta em mudas tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.).

Tabela 13. Comprimento da maior brotação (cm) de diferentes genótipos de pitaya submetidos a aplicação de bioestimulante a base de extrato de algas.

Genótipo	Comprimento da Maior Brotação (cm)			Média
	Controle	2 x Ext. Alga	4 x Ext. Alga	
<i>H. polyrhizus</i>	17,91 Abc*	22,79 Ab	27,11 Ab	22,77 b
<i>S. undatus</i>	27,45 Aab	23,53 Ab	24,00 Abc	25,00 b
Golden	38,02 Ba	47,24 Aa	50,00 Aa	45,04 a
<i>S. costaricensis</i>	15,82 Abc	22,00 Ab	22,18 Abc	19,89 b
<i>S. setaceus</i>	5,24 Ac	14,70 Ab	8,40 Ac	10,29 c
Média	24,95 B	29,23 AB	31,91 A	

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Para a variável número de raízes foi encontrada uma interação significativa entre tratamento e espécie avaliada. A média do número de raízes nas estacas teve um aumento nas espécies *H. polyrhizus* (15,89) e Golden (13,02) para o tratamento com 4 aplicações de extrato de alga, sendo superior à 2 aplicações de extrato de alga e controle, como pode ser observado na Tabela 14. Já *S. setaceus*, teve uma média menor na média do número de raízes para o tratamento com 4 aplicações de extrato de algas.

Em trabalho desenvolvido na cultura da videira cv. Crimson Seedless, foi observado um aumento no volume de raízes com o uso de bioestimulante a base de extrato de alga. Contudo, maiores volumes do bioestimulante causaram redução nesses valores (RIBEIRO, *et al.*, 2017). Garbanzo-león *et al.* (2021) observou um aumento no número de raízes de pitaya *H. costaricensis* e *H. monocanthus* com o uso de água de coco e coco verde. Brighenti *et al.* (2023) observou que o uso de bioestimulante de extrato de alga e AIB contribuíram com o aumento no número de raízes de estacas de diferentes porta-enxertos de videira.

Tabela 14. Número de raízes de diferentes genótipos de pitaya submetidos a aplicação de bioestimulante a base de extrato de algas.

Genótipo	N° de Raízes			Média
	Controle	2 x Ext. Alga	4 x Ext. Alga	
<i>H. polyrhizus</i>	8,53 Bbc*	11,95 ABab	15,89 Aab	12,12 a
<i>S. undatus</i>	15,13 Aab	11,53 Aab	9,67 Ab	12,11 a
Golden	9,11 Bbc	9,32 Bb	20,63 Aa	13,02 a
<i>S. costaricensis</i>	3,00 Ac	9,13 Ab	9,00 Ab	7,04 b
<i>S. setaceus</i>	19,00 Aa	16,27 ABa	11,82 Bb	15,70 a
Média	11,04 B	11,51 B	14,46 A	

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Não foi observado aumento no Comprimento da maior raiz nos tratamentos com o uso do extrato de algas. Na espécie *S. costaricensis*, a média no comprimento da maior raiz foi menor no tratamento com 2 aplicações de extrato de alga (12,56 cm). Na espécie *S. setaceus* foi observada uma diminuição da média nos tratamentos com 2 e 4 aplicações de extrato de alga, em relação ao controle. É possível observar também que *S. undatus* (23,24 cm) e Golden (24,98 cm) apresentaram médias no comprimento da maior raiz superiores a *H. polyrhizus* (18,35 cm) e *S. costaricensis* (16,11 cm), que por sua vez tiveram médias superiores a *S. setaceus* (12,20) (Tabela 15).

Esses resultados corroboram com Binsfeld *et al.* (2019) e Santos Filho (2021), que em seus trabalhos não encontraram diferença no comprimento da maior raiz com o uso de

bioestimulante a base de extrato de alga. Na cultura da videira cv. Crimson Seedless, foi observado um aumento no comprimento de raízes com o uso de bioestimulante a base de extrato de alga. Contudo, maiores volumes do bioestimulante levaram a menores valores (RIBEIRO, *et al.*, 2017). Garbanzo-león *et al.* (2021) observou um aumento no comprimento de raiz de pitaya *H. costaricensis* e *H. monacanthus* com o uso de água de coco. O uso de bioestimulante de gel de *Aloe vera* foi eficiente, sendo equivalente ao uso de AIB, no aumento do comprimento da maior raiz da planta jiboia (*Epipremnum aureum*) (VILLAFUERTE, *et al.*, 2022).

Tabela 15. Comprimento da maior raiz (cm) de diferentes genótipos de pitaya submetidos a aplicação de bioestimulante a base de extrato de algas.

Genótipo	Comprimento da Maior Raiz (cm)			Média
	Controle	2 x Ext. Alga	4 x Ext. Alga	
<i>H. polyrhizus</i>	16,92 Ac*	19,12 Ab	19,06 Abc	18,35 b
<i>S. undatus</i>	23,00 Aab	22,47 Aab	24,07 Aab	23,24 a
Golden	25,67 Aa	24,63 Aa	24,68 Aa	24,98 a
<i>S. costaricensis</i>	19,00 Abc	12,56 Bc	18,00 ABc	16,11 b
<i>S. setaceus</i>	14,73 Ac	12,88 ABc	9,34 Bd	12,20 c
Média	20,77 A	20,01 A	20,34 A	

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Para a variável comprimento médio de raiz foi encontrada uma interação significativa entre tratamento e espécie avaliada. Observou-se que, para a espécie *S. undatus*, o tratamento com 4 aplicações de extrato de alga apresentou média superior (11 cm) em relação ao tratamento com 2 aplicações de extrato de alga (8,55 cm), que por sua vez apresentou média superior ao controle (6,47 cm). Já para a espécie Golden, os tratamentos com extrato de alga com 4 e 2 aplicações (12,21 e 11,68 cm respectivamente) foram superiores ao controle (9,01 cm) Para *S. setaceus*, a aplicação 4 vezes do extrato de alga reduziu a média do comprimento médio de raiz (3,00 cm) em comparação aos tratamentos de 2 aplicações de extrato de alga (6,00 cm) e Controle (5,24 cm). Entre as espécies, é possível observar que Golden obteve maior comprimento médio de raiz (11,00 cm), seguida por *S. undatus* (8,79 cm), seguida por *H. polyrhizus* (6,57 cm) e *S. costaricensis* (7,77 cm), seguidas por *S. setaceus* (4,76 cm) (Tabela 16).

Tabela 16. Comprimento médio de raiz (cm) de diferentes genótipos de pitaya submetidos a aplicação de bioestimulante a base de extrato de algas.

Genótipo	Comprimento Médio de Raiz (cm)			
	Controle	2 x Ext. Alga	4 x Ext. Alga	Média
<i>H. polyrhizus</i>	6,01 Ab*	6,65 Abc	7,06 Ab	6,57 c
<i>S. undatus</i>	6,47 Cab	8,55 Bb	11,00 Aa	8,79 b
Golden	9,01 Ba	11,68 Aa	12,21 Aa	11,00 a
<i>S. costaricensis</i>	6,13 Aab	5,09 Ac	7,77 Ab	6,36 c
<i>S. setaceus</i>	5,24 ABb	6,00 Abc	3,00 Bc	4,76 d
Média	6,89 B	8,32 A	8,98 A	

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Para a variável massa fresca de raiz foi encontrada uma interação significativa entre tratamento e espécie avaliada. Na avaliação de massa seca de raiz, observa-se que o tratamento com 4 aplicações de extrato de alga foi superior aos demais, para as espécies *S. undatus* (3,56 g) e *S. costaricensis* (1,90 g), enquanto para a espécie Golden, tanto o tratamento com 4 aplicações de extrato de alga (3,43 g) quanto o tratamento com 2 aplicações com extrato de alga (3,05 g) tiveram médias superiores ao tratamento Controle (Tabela 17). É possível observar também que Golden e *S. undatus* tiveram as maiores médias entre as espécies (2,68 e 2,64 g respectivamente).

Nos trabalhos de Binsfeld *et al.* (2019) e De Freitas *et al.* (2021), o uso do extrato a base de algas aumentou a massa fresca de raízes de pitaya *S. undatus*, sendo equivalente ao tratamento com AIB utilizado em seus trabalhos. De Freitas *et al.* (2021) também encontrou esse resultado para a espécie *H. polyrhizus*. Já Santos Filho (2021) não observou diferença na massa fresca de raiz com o uso de bioestimulante a base de extrato de alga no enraizamento de pitaya *S. undatus*. Prisa (2021) observou que, em cactos *Lobivia* Spp., o uso de alga marrom *Macrocystis Integrifolia* proporcionou um ganho na massa de raiz das plantas e Garbanzo-león *et al.* (2021) observou um aumento na massa fresca de raiz de pitaya *H. costaricensis* e *H. monacanthus* com o uso de água de coco verde.

Tabela 17. Massa fresca de raiz (g) de diferentes genótipos de pitaya submetidos a aplicação de bioestimulante a base de extrato de algas.

Genótipo	Massa Fresca de Raiz (g)			Média
	Controle	2 x Ext. Alga	4 x Ext. Alga	
<i>H. polyrhizus</i>	0,76 Ab*	1,0 Ab	1,25 Ac	1,03 b
<i>S. undatus</i>	2,11 Ba	2,24 Ba	3,56 Aa	2,64 a
Golden	1,57 Bab	3,05 Aa	3,43 Aa	2,68 a
<i>S. costaricensis</i>	0,70 Bb	0,86 Bb	1,90 Ab	1,15 b
<i>S. setaceus</i>	1,04 Ab	1,26 Ab	0,90 Ac	1,07 b
Média	1,23 C	1,70B	2,21 A	

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Para a variável massa seca de raiz foi encontrada uma interação significativa entre tratamento e espécie avaliada. Na Tabela 18 é possível observar a avaliação da massa seca de raiz, onde *S. undatus* obteve maior média no tratamento com 4 aplicações de extrato de alga (2,16 g) e Golden obteve maior média nos tratamentos com 4 aplicações de extrato de alga (1,69 g) e também em 2 aplicações de extrato de alga (2,01 g). Entre os genótipos, *S. undatus* e Golden obtiveram as maiores médias (1,60 e 1,51 g respectivamente).

Da Figura 12 à Figura 16, há exemplos das avaliações da massa seca de raízes dos genótipos *H. polyrhizus*, *S. undatus*, Golden, *S. costaricensis* e *S. setaceus*, nos seus respectivos tratamentos: Controle, 2 aplicações de extrato de algas e 4 aplicações de extrato de algas. É possível observar maior volume de raiz seca entre os genótipos *S. undatus* e Golden em relação aos demais genótipos avaliados.

Em seu trabalho, De Freitas *et al.* (2021) observou um aumento na massa seca das raízes de pitaya das espécies *H. polyrhizus* e *S. undatus* com o uso de bioestimulante a base de extrato de alga. Santos Filho (2021) não observou diferença na massa seca de raiz com o uso de bioestimulante a base de extrato de alga no enraizamento de pitaya *S. undatus*. Em trabalho desenvolvido na cultura da videira cv. Crimson Seedless, foi observado um aumento no volume da matéria seca de raízes com o uso de bioestimulante a base de extrato de alga (RIBEIRO, *et al.*, 2017). Garbanzo-león *et al.* (2021) observou um aumento na massa seca de raiz de pitaya *H. costaricensis* e *H. monacanthus* com o uso de água de coco verde.

Tabela 18. Massa seca de raiz (g) de diferentes genótipos de pitaya submetidos a aplicação de bioestimulante a base de extrato de algas.

Genótipo	Massa Seca de Raiz (g)			Média
	Controle	2 x Ext. Alga	4 x Ext. Alga	
<i>H. polyrhizus</i>	0,55 Ab*	0,58 Ac	0,94 Ab	0,69 b
<i>S. undatus</i>	1,42 Ba	1,21 Bb	2,16 Aa	1,60 a
Golden	0,83 Bb	2,01 Aa	1,69 Aa	1,51 a
<i>S. costaricensis</i>	0,49 Ab	0,54 Ac	0,83 Ab	0,62 b
<i>S. setaceus</i>	0,78 Ab	0,68 Ac	0,49 Ab	0,65 b
Média	0,82 B	1,01 B	1,22 A	

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Figura 12. Exemplo de avaliação de massa seca de raiz de *H. polyrhizus*. A: Controle; B: 2 x Extrato de Alga; C: 4 x Extrato de Alga.

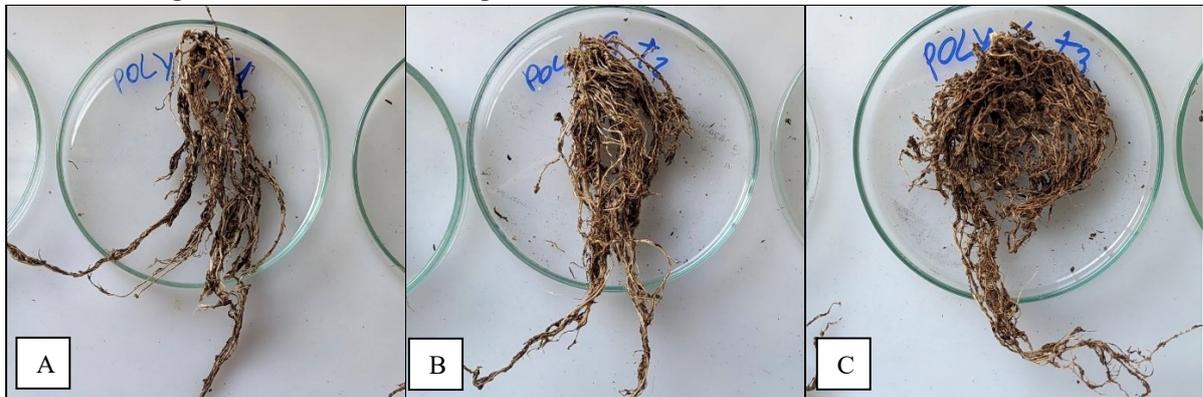


Figura 13. Exemplo de avaliação de massa seca de raiz de *S. undatus*. A: Controle; B: 2 x Extrato de Alga; C: 4 x Extrato de Alga.

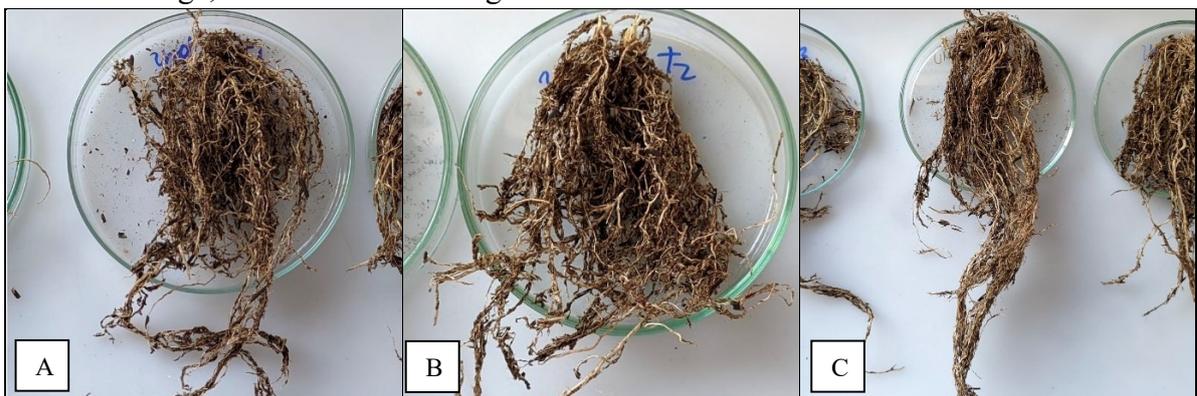


Figura 14. Exemplo de avaliação de massa seca de raiz de Golden. A: Controle; B: 2 x Extrato de Alga; C: 4 x Extrato de Alga.



Figura 15. Exemplo de avaliação de massa seca de raiz de *S. costaricensis*. A: Controle; B: 2 x Extrato de Alga; C: 4 x Extrato de Alga.

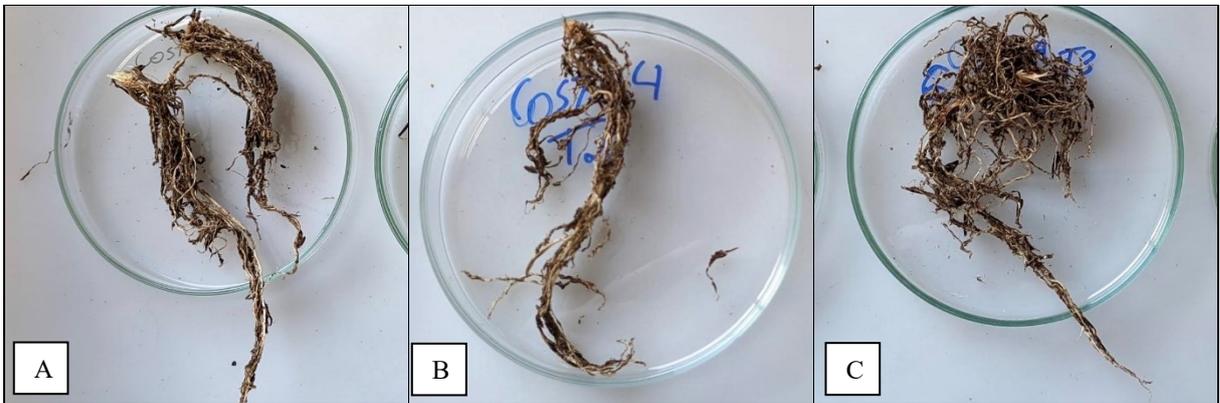
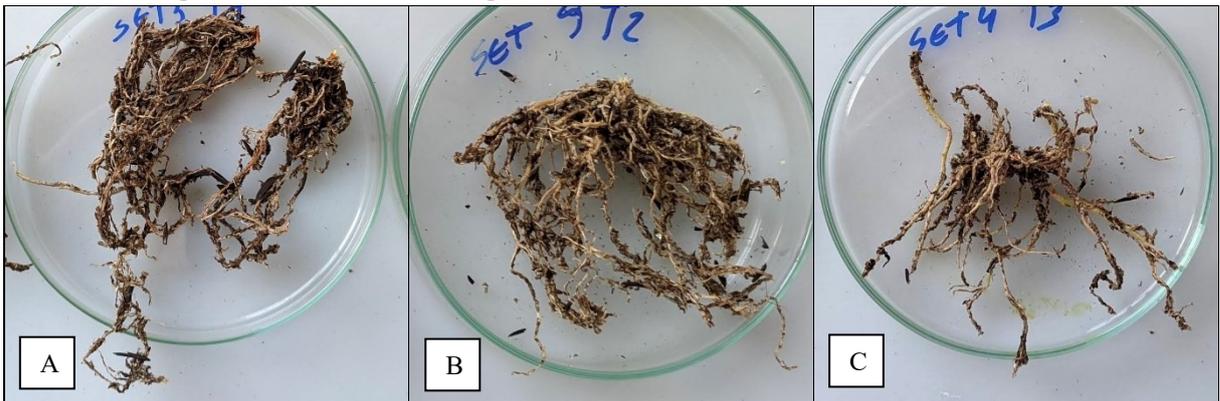


Figura 16. Exemplo de avaliação de massa seca de raiz de *S. setaceus*. A: Controle; B: 2 x Extrato de Alga; C: 4 x Extrato de Alga.



## 5.5 CONCLUSÕES

O uso do bioestimulante a base de extrato de alga se mostrou eficiente para a propagação do genótipo *S. undatus*, com aumento no número de brotações, comprimento médio de raiz, massa fresca e seca de raiz.

O uso do bioestimulante a base de extrato de alga se mostrou eficiente para a propagação do genótipo Golden, com aumento no comprimento da maior brotação, número de raízes, comprimento médio de raiz, massa fresca e seca de raiz.

O genótipo *S. setaceus* não respondeu à aplicação do bioestimulante a base de extrato de alga em seu desenvolvimento aéreo, tendo afetado de forma negativa seu desenvolvimento radicular.

Os genótipos *S. costaricensis* e *S. setaceus* demonstraram ter menor vigor de desenvolvimento vegetativo, com menor taxa e número de brotações vegetativas por planta, em relação aos genótipos *H. polyrhizus*, *S. undatus* e Golden.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O registro dos estádios da fenologia da pitaya demonstraram ser de grande importância para o estudo. O detalhamento dos períodos de cada estágio, correlacionado com efeitos causados pelas condições meteorológicas locais, contribui no planejamento e manejos da safra da pitaya. Considerando a localização do trabalho, no litoral catarinense, uma das regiões mais produtoras do fruto no país, tais observações ganham ainda mais relevância.

As observações levaram em consideração a relação de abortamento de botões florais, os quais estão intimamente ligados à fisiologia das plantas estudadas e às condições ambientais. Embora tenha sido observada uma alta frequência desse fenômeno, principalmente com *H. polyrhizus*, isso não parece impedir uma safra satisfatória. Contudo, experimentos envolvendo o cultivo sombreado e avaliações nutricionais podem oferecer soluções para mitigar esse problema, que ainda é pouco explorado.

Os resultados deste estudo destacam a importância da polinização manual, de preferência cruzada, para a obtenção de frutos com o tamanho desejado pelo mercado consumidor. Esse aspecto representa um dos principais desafios da cadeia produtiva, pois tem impacto direto nos custos de produção do fruto. Entretanto, novas tecnologias, como o uso de variedades autoférteis, surgem como alternativas promissoras para solucionar esse problema, possibilitando a obtenção de frutos de alta qualidade sem a intervenção humana.

Problemas relacionados ao ataque de aves aos frutos levaram à antecipação da colheita em relação à maturação ideal, o que influencia no tempo médio de maturação e na concentração de ácido málico, comprometendo a qualidade dos frutos. Nesse contexto, é importante que áreas próximas aos cultivos de pitaya contenham outras frutíferas, como bananeiras e mamoeiros, para servirem de alimento à fauna local. O cultivo de bananeiras, em particular, pode ser recomendado, já que essa planta apresenta floração por longos períodos que coincidem com a produção da pitaya, atraindo as abelhas Arapuás, que muitas vezes atuam como pragas para a cultura. Como medida adicional, é recomendado o ensacamento dos frutos como solução para a redução de danos por insetos, melhora na qualidade e na cor do fruto.

Quanto ao uso de indutores de enraizamento à base de extrato de algas, observou-se que esses produtos beneficiam os genótipos *S. undatus* e Golden, porém afetam negativamente o genótipo *S. setaceus*. Apesar disso, os resultados obtidos não são suficientes para justificar o uso desses indutores na produção de mudas, uma vez que os genótipos avaliados apresentam naturalmente uma alta taxa de resposta no enraizamento e na emissão de brotações.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Edmilson I. B. *et al.* Comprimento de estacas e concentrações de ácido indolbutírico (AIB) na propagação vegetativa de pitaiá. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, p. 788–793, 2014.
- ALMEIDA, Edmilson I. B. Sombreamento na ecofisiologia, produção e propágulos de pitaiá vermelha, 2015.
- ANGONESE, Mariana *et al.* Organic dragon fruits (*Hylocereus undatus* and *Hylocereus polyrhizus*) grown at the same edaphoclimatic conditions: Comparison of phenolic and organic acids profiles and antioxidant activities. **Lwt**, v. 149, p. 111924, 2021.
- BACK, Álvaro J.; POLETO, Cristiano. Avaliação do potencial erosivo das chuvas de Florianópolis-SC. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 21, 2017.
- BASTOS, Débora C. *et al.* Propagação da pitaiá vermelha por estaquia. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, p. 1106–1109, 2006.
- BEGNINI, Romualdo M. *et al.* Fenologia reprodutiva de *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (Arecaceae) em Floresta Atlântica no sul do Brasil. **Biotemas**, v. 26, p. 53–60, 2013.
- BERTICELLI, Eduardo; NUNES, Joselito. Avaliação da eficiência do uso de enraizador na cultura do milho. **Cultivando o saber**, v. 2, p. 53–61, 2009.
- BINSFELD, Manuela C. *et al.* Enraizadores alternativos na propagação vegetativa de pitaiá. **MAGISTRA**, v. 30, p. 251–258, 2019.
- BIONDI, Daniela *et al.* Fenologia do florescimento e frutificação de espécies nativas dos Campos. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 29, p. 269–276, 2007.
- BOTIN, Andréia A.; CARVALHO, A. D. Reguladores de crescimento na produção de mudas florestais. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 13, p. 83–96, 2015.
- BRIGHENTI, Alberto F. *et al.* Biostimulants and indolebutyric acid improve rooting of wood cuttings from different grapevine rootstocks. **Ciência e Técnica Vitivinícola**, v. 38, p. 1–9, 2023.
- CANTO, A. R. *et al.* **El cultivo de pitahya en Yucatan**. [S.l.]: Universidad Autónoma Chapingo; Gobierno del Estado de Yucatan, 1993.
- CASTILLO, M. R.; ORTIZ, Y. D. Floración y fructificación de pitajaya en Zaachila, Oaxaca. **Revista Fitotecnia Mexicana**, v. 17, p. 12–19, 1994.
- CASTRO, Paulo R. D. C. *et al.* Biorreguladores e bioestimulantes agrícolas, 2019.
- CENTURIÓN-YAH, Alma R. *et al.* Cambios físicos, químicos y sensoriales en frutos de pitahya (*Hylocereus undatus*) durante su desarrollo. **Revista Fitotecnia Mexicana**, v. 31, p. 1–1, 2008.

CHU, Yu-Chun; CHANG, Jer-Chia. Regulation of floral bud development and emergence by ambient temperature under a long-day photoperiod in white-fleshed pitaya (*Hylocereus undatus*). **Scientia Horticulturae**, v. 271, p. 109479, 2020.

CHU, Yu-Chun; CHANG, Jer-Chia. Codification and description of the phenological growth stages of red-fleshed pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) using the extended BBCH scale-with special reference to spines, areole, and flesh color development under field conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 293, p. 110752, 2022.

CORDEIRO, Maria H. M. *et al.* Caracterização física, química e nutricional da pitaiia-rosa de polpa vermelha. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, p. 20–26, 2015.

COSTA, Ana C. *et al.* Floração e frutificação em diferentes tipos de cladódios de pitaiia-vermelha em Lavras-MG. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, p. 279–284, 2014.

CRUZ, Cezar A. F. *et al.* Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-cascas (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke). **Revista Árvore**, v. 30, p. 537–546, 2006.

CRUZ, Maria D. C. M. D.; SANT'ANNA MARTINS, Ricardo. **Pitaiia no Brasil, nova opção de cultivo**. Florianópolis: Epagri, 2022.

DA SILVA, Adriana D. C. C. *et al.* Qualidade de frutos de pitaya em função da época de polinização, da fonte de pólen e da coloração da cobertura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 1162–1168, 2011.

DAG, A.; MIZRAHI, Y. Effect of pollination method on fruit set and fruit characteristics in the vine cactus *Selenicereus megalanthus* (“yellow pitaya”). **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 80, p. 618–622, 2005.

DAR, Showket A. *et al.* Pollination and evolution of plant and insect interaction. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 6, p. 304–311, 2017.

DE ABREU, Wilson C. *et al.* Características físico-químicas e atividade antioxidante total de pitaiias vermelha e branca. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 71, p. 656–661, 2012.

DE BRITO, Edinara M.; DE SOUZA, Alex S. B. Análise da percepção de estudantes do ensino médio sobre os insetos: um estudo de caso na cidade de Douradina, Paraná. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, p. 2082–2095, 2020.

DE FREITAS, Fábio R. *et al.* Effect of algae extract on the rooting of pitaya cutting, 2021.

DE LA LUZ LEÓN, J. L. *et al.* Reproductive phenology of *Stenocereus gummosus* (Engelm.) Gibson & Horak. Implications for its cultivation. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 42, p. 61–67, 1995.

DE MELO, Anieli P. C. *et al.* Fenologia reprodutiva do araticum e suas implicações no potencial produtivo. **Comunicata Scientiae**, v. 6, p. 495–500, 2015.

DERETTI, Alexia R. *et al.* A Caracterização do Comércio Exterior Brasileiro de Frutas e a Exportação de Suco de Laranja. **Caderno Científico da Escola de Negócios**, v. 1, p. 143–152, 2015.

DOS SANTOS ARAGÃO, Daniele *et al.* Biologia floral, fenologia reprodutiva e polinização de *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart.(Annonaceae) em uma área de Cerrado no oeste da Bahia. **Paubrasilia**, v. 2, p. 17–26, 2019.

DOS SANTOS, D. N. *et al.* Pitaya: uma alternativa frutífera., 2022.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA. **Banco de dados de variáveis ambientais de Santa Catarina**. Documentos Epagri. Florianópolis: Epagri. 2020. p. 20. - ISSN 2674-9521 (On-line).

EPAGRI. Balanço Social 2020, 2020.

FAGUNDES, Geni R.; YAMANISHI, Osvaldo K. Características físicas e químicas de frutos de mamoeiro do grupo'solo'comercializados em 4 estabelecimentos de Brasília-DF. **Revista brasileira de fruticultura**, v. 23, p. 541–545, 2001.

FIGUEROA, Ricardo *et al.* Actividad antioxidante de antocianinas presentes en cáscara de pitahaya (*Hylocereus undatus*). **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 12, p. 44–50, 2011.

GARBANZO-LEÓN, Gabriel *et al.* Evaluación de tamaño de cladodios y bio-estimulantes de enraizamiento para la propagación de pitahaya. **Agronomía Costarricense**, v. 45, p. 29–40, 2021.

GOULART JUNIOR, R. *et al.* Relatório sobre a Fruticultura Catarinense: Fruticultura em números-Safra 2014/15. **Florianópolis: Epagri**, v. 114, 2017.

GOULART JUNIOR, Rogério *et al.* **Relatório de projeto – LFTrop 2021/22 – Fruticultura Catarinense: Principais frutas de clima (sub)tropical**. Epagri. Florianópolis. 2023.

GUNASENA, H. P. M. *et al.* Dragon Fruit *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton and Rose. **Underutilized fruit trees in Sri Lanka**, v. 1, p. 110–141, 2007.

HA, Dinh *et al.* Morphological characteristics and pollination requirement in red pitaya (*Hylocereus* spp.). **International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering**, v. 8, p. 202–206, 2014.

HA, T. D. *et al.* Flowering phenology and mating system of a red skin pitaya (*Hylocereus* spp.) germplasm collection in Taiwan. **Asian J. Adv. Agric. Res**, v. 7, p. 1–8, 2018.

HERNÁNDEZ, Yolanda D. O.; SALAZAR, José A. C. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a short review. **Comunicata Scientiae**, v. 3, p. 220–237, 2012.

IBRAHIM, Sabrin R. M. *et al.* Genus *Hylocereus*: Beneficial phytochemicals, nutritional importance, and biological relevance—A review. **Journal of Food Biochemistry**, v. 42, p. e12491, 2018.

INDRIYANI, Ni L. P. Pengaruh Teknik Penyerbukan Terhadap Pembentukan Buah Naga (*Hylocereus polyrhizus*)[The Effect of Pollination Technique to Fruit Development of Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*)]. **Hort**, v. 28, p. 183–190, 2019.

JAYA, I. K. D. Morphology and physiology of pitaya and its future prospects in Indonesia. **CROP AGRO, Jurnal Ilmiah Budidaya**, v. 3, p. 44–50, 2018.

JIANG, Yi-Lu *et al.* Phenology, canopy composition, and fruit quality of yellow pitaya in tropical Taiwan. **HortScience**, v. 46, p. 1497–1502, 2011.

JIANG, Yi-Lu *et al.* The photoperiod-regulated bud formation of red pitaya (*Hylocereus* sp.). **Hortscience**, v. 47, p. 1063–1067, 2012.

JUNQUEIRA, Keize P. *et al.* Informacoes preliminares sobre uma especie de pitaya do cerrado., 2002.

KHAN, Wajahatullah *et al.* Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. **Journal of plant growth regulation**, v. 28, p. 386–399, 2009.

KISHORE, Kundan. Phenological growth stages of dragon fruit (*Hylocereus undatus*) according to the extended BBCH-scale. **Scientia Horticulturae**, v. 213, p. 294–302, 2016.

KIST, Benno B. *et al.* **Anuário Brasileiro de Horti&Fruti**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2021.

LABORATÓRIO DE CLIMATOLOGIA AGRÍCOLA. **Dados**, 2023. Disponível em: <https://www.labclimagri.ufsc.br/dados.html>. Dados meteorológicos Estação CCA/UFSC-Fazenda Experimental da Ressacada.

LE BELLEC, Fabrice *et al.* Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new fruit crop, a market with a future. **Fruits**, v. 61, p. 237–250, 2006.

LE BELLEC, Fabrice. Pollination and fertilization of *Hylocereus undatus* and *H. costaricensis* on Reunion Island, 2004.

LIMA, Cristiane A. D. *et al.* Avaliação de características físico-químicas de frutos de duas espécies de pitaya. **Revista Ceres**, v. 61, p. 377–383, 2014.

LIMA, Cristiane A. D. Caracterização, propagação e melhoramento genético de pitaya comercial e nativa do cerrado, 2013.

LONE, Alessandro B. *et al.* Influência dos diferentes tipos de pólen sobre a qualidade do fruto de pitaya. **Agropecuária Catarinense**, v. 30, p. 51–53, 2017.

LONE, Alessandro B. *et al.* **Cultivo de Pitaia**. 1. ed. Florianópolis: Epagri, 2020.

MACHADO, Francisca G. A. Densidades de plantio e ciclos de cultivo na produção e qualidade de frutos e fenologia reprodutiva da pitaia vermelha, 2019.

MARO, Luana A. C. *et al.* Ciclo de produção de cultivares de framboesiras (*Rubus idaeus*) submetidas à poda drástica nas condições do sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, p. 435–441, 2012.

MARQUES, Virna B. *et al.* Fenologia reprodutiva de pitáia vermelha no município de Lavras, MG. **Ciência Rural**, v. 41, p. 984–987, 2011.

MARQUES, Virna B. *et al.* Ocorrência de insetos na pitáia no município de Lavras-MG. **Agrarian**, v. 5, p. 88–92, 2012.

MARQUES, Virna B. **Propagação vegetativa e seminífera de pitáia (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose)**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)–Universidade Federal de Lavras, Lavras. [S.l.]. 2008.

MARQUES, Virna B. **Germinação, fenologia e estimativa do custo de produção da pitáia [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose]**. [S.l.]: UFLA Lavras, 2010.

MARTÍNEZ CHÁVEZ, Raúl. **Relaciones entre genotipo, productividad y calidad de fruto en pitahaya (*Hylocereus* spp)**. [S.l.]. 2011.

MENEZES, Thatiane P. *et al.* Autopolinização e qualidade de fruto em pitáia vermelha (*Hylocereus undatus*). **Magistra**, v. 27, p. 376–383, 2015.

MENEZES, Thatiane P. D. *et al.* Características físicas e físico-químicas de pitáia vermelha durante a maturação. **Semina Ci. agr.**, p. 631–644, 2015.

MENEZES, Thatiane P. D. Polinização e maturação de pitáia vermelha [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose], Lavras, 2013.

MERTEN, Sven. A review of *Hylocereus* production in the United States. **J. PACD**, v. 5, p. 98–105, 2003.

MIZRAHI, Yosef; NERD, Avinoam. Climbing and columnar cacti: new arid land fruit crops. **Perspectives on new crops and new uses**, v. 1, p. 358–366, 1999.

MOREIRA, Renata A. *et al.* Natural and artificial pollination of white-fleshed pitaya. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 94, 2022.

MOREIRA, Rodrigo A. *et al.* Produção e qualidade de frutos de pitáia-vermelha com adubação orgânica e granulado bioclástico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 762–766, 2011.

MUNIZ, João P. D. O. *et al.* Floral biology, pollination requirements and behavior of floral visitors in two species of pitaya. **Revista Ciência Agronômica**, v. 50, p. 640–649, 2019.

MUNIZ, João P. D. O. *et al.* Complementary bee pollination maximizes yield and fruit quality in two species of self-pollinating pitaya. **Revista Ciência Agronômica**, v. 51, p. e20207106, 2020.

MUNIZ, João P. D. O. Abelhas e a polinização da pitaya (*Hylocereus* spp.): implicações no vigoramento, características físicas e físico-químicas dos frutos, 2017.

NERD, Avinoam *et al.* Ripening and postharvest behaviour of fruits of two *Hylocereus* species (Cactaceae). **Postharvest Biology and Technology**, v. 17, p. 39–45, 1999.

NERD, Avinoam *et al.* Fruits of vine and columnar cacti. **Cacti: biology and uses**, p. 185–197, 2002.

NERD, Avinoam *et al.* High summer temperatures inhibit flowering in vine pitaya crops (*Hylocereus* spp.). **Scientia Horticulturae**, v. 96, p. 343–350, 2002.

NERD, Avinoam; MIZRAHI, Yosef. Fruit development and ripening in yellow pitaya. **Journal of the American Society for horticultural Science**, v. 123, p. 560–562, 1998.

NIERO, Raphael Z. Acompanhamento do nível freático e determinação da condutividade híbrida do solo na Fazenda Experimental da Ressacada CCA-UFSC., 2011.

NOBEL, Park S.; DE LA BARRERA, Erick. CO<sub>2</sub> uptake by the cultivated hemiepiphytic cactus, *Hylocereus undatus*. **Annals of Applied Biology**, v. 144, p. 1–8, 2004.

ORTIZ HERNÁNDEZ, Y.; CIIDIR, Oaxaca. **Hacia el conocimiento y conservación de la pitahaya (*Hylocereus* spp.)**. [S.l.]: [S.n.], 2000.

OSUNA-ENCISO, Tomás *et al.* Fenología reproductiva, rendimiento y calidad del fruto de pitahaya (*Hylocereus undatus* (How.) Britton and Rose) en el Valle de Culiacán, Sinaloa, México. **Agrociencia**, v. 50, p. 61–78, 2016.

PARAĐIKOVIĆ, Nada *et al.* Biostimulants research in some horticultural plant species—A review. **Food and Energy Security**, v. 8, p. e00162, 2019.

PINTO, Deize B. *et al.* Determinação do potencial agroclimático da região de Tomé-Açu (PA) para o cultivo de Pitaya vermelha. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, p. 83687–83692, 2020.

PIO, Las *et al.* O agronegócio da pitaia, Lavras, p. 321, 2020.

POLLNOW, Germano E. Pitaia, da propagação à colheita: uma revisão. **Agropecuária Catarinense**, v. 31, p. 73–78, 2018.

PRIETO, Rafaela N. B. *et al.* Estacas de videira submetidas a ácidos húmicos, inoculante e ácido indolbutírico em diferentes substratos. **Revista Cultivando o Saber**, p. 72–82, 2019.

PRISA, Domenico. Biological mixture of brown algae extracts influences the microbial community of *Lobivia arachnacantha*, *Lobivia aurea*, *Lobivia jojoiana* and *Lobivia grandiflora* in pot cultivation. **GSC Advanced Research and Reviews**, v. 8, p. 043–053, 2021.

PUSHPAKUMARA, D. K. N. G. *et al.* Flowering and fruiting phenology, pollination vectors and breeding system of dragon fruit (*Hylocereus* spp.). **Sri Lankan Journal of Agricultural Science**, v. 42, p. 81–91, 2005.

R CORE TEAM, 2023. **R: A language and environment for statistical computing**, 2023.

RABELO, Josimara M. *et al.* Reproductive phenology of yellow pitaya in a high-altitude tropical region in Brazil. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 42, 2020.

RABELO, Josimara M. Adubação potássica na qualidade, composição centesimal e exportação de nutrientes minerais de pitaia, 2018.

RENFİYENİ, Renfiyeni. The Effect of Pollination Models on Yield of Red Pitaya (*Hylocereus polyrhizus*). **JERAMI Indonesian Journal of Crop Science**, v. 1, p. 19–24, 2018.

RIBEIRO, Rafael F. *et al.* Bioestimulante na produção de mudas de videira cv. Crimson seedless. **Scientia agraria**, v. 18, p. 36–42, 2017.

SALUSTIANO, Claymilén D. M. Água residuária da piscicultura e bioestimulante natural de algas marinhas na produção de mudas de tamarindeiro, 2017.

SANTOS FILHO, Eduardo José dos. **Efeito do Ácido Indolbutírico e extratos naturais no enraizamento de estacas de Pitaia Vermelha (*Hylocereus undatus* (Haw) Britton & Rose) no município de Macaíba-RN**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. [S.l.]. 2021.

SATO, Suenne T. A. *et al.* Caracterização física e físico-química de pitayas vermelhas (*Hylocereus costaricensis*) produzidas em três municípios paraenses., 2014.

SEGANTINI, Daniela M. *et al.* Fenologia da figueira-da-índia em Selvíria-MS. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p. 630–636, 2010.

SEYMOUR, Graham B. *et al.* **Biochemistry of fruit ripening**. 1. ed. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 1993.

SILVA, Adriana D. C. C. D. *et al.* Fenologia reprodutiva da pitaya vermelha em Jaboticabal, SP. **Ciência Rural**, v. 45, p. 585–590, 2015.

SILVA, Adriana D. C. C. D. Pitaya: Melhoramento e produção de mudas, 2014.

SONG, Haizhao *et al.* White pitaya (*Hylocereus undatus*) juice attenuates insulin resistance and hepatic steatosis in diet-induced obese mice. **PLoS One**, v. 11, p. e0149670, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Plant physiology fifth edition. **Sunderland, Massachusetts, USA: Sinauer Associates inc., publishers**, 2010.

TEL-ZUR, N. *et al.* Phenotypic and genomic characterization of vine cactus collection (Cactaceae). **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 58, p. 1075–1085, 2011.

THEN, T. H. **The effects of foliar fertilizers on the red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) fruit weight**. VII International Symposium on Mineral Nutrition of Fruit Crops 984. [S.l.]: [s.n.]. 2012. p. 227–230.

TRAN, Dinh-Ha; YEN, Chung-Ruey. Morphological characteristics and pollination requirement in red pitaya (*Hylocereus* spp.). **International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering**, v. 8, p. 268–272, 2014.

TRAN, H. D. *et al.* Effect of pollination method and pollen source on fruit set and growth of red-peel pitaya (*Hylocereus* spp.) in Taiwan. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 90, p. 254–258, 2015.

TRINDADE, Ana R. *et al.* Pitaya as a New Alternative Crop for Iberian Peninsula: Biology and Edaphoclimatic Requirements. **Plants**, v. 12, p. 3212, 2023.

US DEPARTMENT OF COMMERCE, N. O. A. A. ESRL Global Monitoring Laboratory - Global Radiation and Aerosols, October 2005. Disponível em: <https://gml.noaa.gov/grad/solcalc/>.

VAILLANT, Fabrice *et al.* Colorant and antioxidant properties of red-purple pitahaya (*Hylocereus* sp.). **Fruits**, v. 60, p. 3–12, 2005.

VALIENTE-BANUET, A. *et al.* Pollination biology of the hemiepiphytic cactus *Hylocereus undatus* in the Tehuacán Valley, Mexico. **Journal of Arid Environments**, v. 68, p. 1–8, 2007.

VAN TO, L. *et al.* **Dragon fruit quality and storage life:** effect of harvesting time, use of plant growth regulators and modified atmosphere packaging. International Symposium on Tropical and Subtropical Fruits 575. [S.l.]: [s.n.]. 2000. p. 611–621.

VILLAFUERTE, Dadeth E. *et al.* Root organogenesis induction in *Epipremnum aureum* stem cuttings with plant biostimulants and synthetic rooting hormone. **bioRxiv**, p. 2022–07, 2022.

WEISS, Julia *et al.* Flowering behavior and pollination requirements in climbing cacti with fruit crop potential. **HortScience**, v. 29, p. 1487–1492, 1994.

ZEE, Francis *et al.* Pitaya (dragon fruit, strawberry pear), 2004.

ZENEBON, Odair; PASCUET, Neus S. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2005. 579–580 p.

## ANEXOS

## Anexo A - Dados Meteorológicos Observados

<b>Mês</b>	<b>Precipitação (mm)</b>	<b>T max (°C)</b>	<b>T med (°C)</b>	<b>T min (°C)</b>	<b>Amplitude (°C)</b>	<b>UR max (%)</b>	<b>UR med (%)</b>	<b>UR min (%)</b>	<b>Radiação solar med (w/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Fotoperíodo med (horas)</b>
jul/21	21,6	21,21	15,52	10,47	10,74	98,62	84,51	60,17	140,25	10:34
ago/21	59,6	22,16	17,77	14,49	7,67	98,79	88,99	72,42	124,69	11:09
set/21	127,2	23,34	19,84	17,07	6,26	98,11	87,67	69,07	151,51	11:55
out/21	332,6	22,67	19,64	17,24	5,43	97,90	88,26	74,59	158,58	12:45
nov/21	126,0	25,33	21,76	18,78	6,55	96,96	85,26	68,28	218,70	13:28
dez/21	83,8	26,82	23,10	20,01	6,80	95,43	84,26	69,02	247,71	13:51
jan/22	71,6	29,69	25,49	22,34	7,36	96,60	85,59	68,69	254,46	13:39
fev/22	44,8	29,92	25,12	20,98	8,94	97,42	83,99	64,64	254,03	13:02
mar/22	287,6	27,96	23,95	20,63	7,33	98,94	88,98	73,36	178,09	12:14
abr/22	71,6	25,43	21,52	18,11	7,31	98,09	87,15	71,53	137,74	11:25
mai/22	288,4	22,65	18,27	14,35	8,30	96,71	85,43	67,57	124,43	10:45
jun/22	132,4	20,07	16,18	12,63	7,43	99,24	89,55	73,60	97,38	10:25
jul/22	20,6	23,14	18,33	14,49	8,65	98,66	88,26	70,13	122,18	10:34
ago/22	266,6	21,09	17,03	13,38	7,71	97,86	87,78	72,21	131,75	11:09
set/22	99,8	21,80	17,50	13,91	7,89	96,62	84,40	67,58	165,03	11:55
out/22	222,8	24,18	20,18	16,82	7,36	98,47	88,09	71,65	189,58	12:45
nov/22	337,4	25,02	20,89	17,23	7,78	95,66	83,35	65,71	245,55	13:28
dez/22	555,0	27,39	23,46	20,34	7,05	97,38	86,81	68,19	241,39	13:51
jan/23	83,8	29,56	25,22	21,73	7,83	97,31	86,14	63,26	255,50	13:39
fev/23	249,6	29,17	24,77	21,25	7,93	98,72	87,61	69,77	229,07	13:02
mar/23	244,4	29,69	25,14	21,69	8,00	98,45	88,30	68,10	215,30	12:14
abr/23	140,0	25,88	21,54	18,02	7,87	98,45	87,03	69,20	160,82	11:25
mai/23	52,2	24,66	19,77	15,48	9,18	97,98	86,18	67,14	136,65	10:45