

unesp  UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

**FACULDADE DE ENRENGERIA DE ILHA SOLTEIRA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

TATIANE PAES DOS SANTOS

PRODUÇÃO DE MUDAS POR SEMENTE E ESTAQUIA EM PITAYA

Ilha Solteira
2021

TATIANE PAES DOS SANTOS

PRODUÇÃO DE MUDAS POR SEMENTE E ESTAQUIA EM PITAYA

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Câmpus de Ilha Solteira-SP, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Sistemas e Produção).

Orientador: Prof^a. Dr^a. Maria Gabriela Fontanetti Rodrigues

Co-orientador: Prof. Dr. Antonio Flávio Arruda Ferreira

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

S237p Santos, Tatiane Paes dos.
Produção de mudas por semente e estaquia em pitaya / Tatiane Paes dos Santos. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2021
58 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidades: Sistemas de Produção, 2021

Orientador: Maria Gabriela Fontanetti Rodrigues
Coorientador: Antonio Flávio Arruda Ferreira
Inclui bibliografia

1. *Hylocereus undatus* (Haw). 2. Produção de mudas. 3. Propagação.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira


CERTIFICADO DE APROVAÇÃO


TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: PRODUÇÃO DE MUDAS POR SEMENTE E ESTAQUIA EM PITAYA


AUTORA: TATIANE PAES DOS SANTOS

ORIENTADORA: MARIA GABRIELA FONTANETTI RODRIGUES

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA, área:
Sistemas de Produção pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. MARIA GABRIELA FONTANETTI RODRIGUES (Participação Virtual) 
Departamento de Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena - UNESP

Prof.ª Dr.ª PÂMELA GOMES NAKADA FREITAS (Participação Virtual) 
Engenharia Agrônômica / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena - UNESP

Prof. Dr. RICARDO VELLUDO GOMES DE SOUTELLO (Participação Virtual) 
Departamento de Produção Animal / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena - UNESP

Ilha Solteira, 11 de fevereiro de 2021

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

TATIANE PAES DO SANTOS - Dracena, 02 de outubro de 1994, filha de Paulo Lima dos Santos e Vilma Daniel Paes dos Santos. Engenheira Agrônoma formada em dezembro de 2017 pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Dracena - SP. Ingressou no mestrado, que teve início em fevereiro de 2019, por Excelência Científica, sendo Bolsista FAPESP. Experiência em Fruticultura, com ênfase em propagação de plantas e produção de mudas.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Processo Número 2018/01671-0) pelo apoio financeiro essencial para realização dessa pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

As opiniões, hipóteses e conclusões ou recomendações expressas neste material são de responsabilidade dos autores e não necessariamente refletem a visão da FAPESP e da CAPES.

RESUMO

A pitaya (*Hylocereus undatus* Haw.), é considerada uma cultura promissora para o cultivo, devido ao maior consumo de frutas exóticas, valor comercial e rusticidade. O estudo da produção de mudas é de fundamental importância quando se busca novas técnicas para o cultivo e produção de pitaya vermelha. Assim, objetivou-se avaliar os efeitos na produção de mudas de pitaya por semente e estaquia, conforme diferentes épocas de coleta (verão e inverno) e concentrações de ácido giberélico, bem como o tempo de armazenamento de frutos, tendo em vista a qualidade fisiológica. O experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia, na Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira –FEIS/UNESP. O trabalho foi dividido em dois experimentos. Para o primeiro experimento, foram utilizados três tamanhos de estacas (cladódios) com 10, 20 e 40 centímetros de comprimento, coletados em épocas diferentes (verão e inverno). Das variáveis analisadas: comprimento das estacas (cm), massa fresca e seca (g), número de brotações e porcentagem de pegamento. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x2 (tamanho de estaca x época de coleta), com 20 repetições. As avaliações foram realizadas 60 dias após o estaqueamento, avaliando-se fatores biométricos relacionados às brotações e ao enraizamento dos cladódios. No segundo experimento, foram utilizadas sementes de frutos de pitaya vermelha da polpa branca em dois estádios de maturação (fisiologicamente maduros e conservados à 10°C em BOD por 3 meses), tratadas com diferentes concentrações de ácido giberélico: 0, 50, 100 e 500 mg L⁻¹. As variáveis analisadas foram: primeira contagem de germinação/emergência, porcentagem de germinação/emergência, comprimento de plântulas e massa fresca e seca de plântulas e Índice de Velocidade de Germinação/Emergência. Nos dois experimentos, os dados foram submetidos ao teste F e as médias comparadas pelo teste Tukey, ambos a 5% de probabilidade. Com relação à propagação assexuada, pode-se concluir que, quando possível, a utilização de cladódios de pitaya vermelha de polpa branca (*Hylocereus undatus* Haw.) com 40 cm de comprimento, coletadas no período do inverno é recomendada. Quanto à propagação sexuada, sementes extraídas de frutos maduros de pitaya vermelha da polpa branca, quando semeadas nas condições do presente estudo, é necessário a utilização de GA₃ para incrementar a emergência e o vigor das plântulas, com doses de, no mínimo, 150 mg L⁻¹.

Palavras-chave: *Hylocereus undatus* (Haw.). Propagação. Qualidade fisiológica de plântula.

ABSTRACT

Pitaya (*Hylocereus undatus* Haw.) is considered a promising crop for cultivation, due to the greater consumption of exotic fruits, commercial value and rusticity. The study of seedling production is of fundamental importance when looking for new techniques for the cultivation and production of red pitaya. Thus, the objective was to evaluate the effects on the production of pitaya seedlings by seed and cuttings, according to different collection times (summer and winter) and concentrations of gibberellic acid, as well as the storage time of fruits, considering the physiological quality. The experiment was conducted at the Seed Laboratory of the Department of Phytotechnics, Food Technology and Socio-Economics, at the Faculty of Engineering of Ilha Solteira –FEIS / UNESP. The work was divided into two experiments. For the first experiment, three sizes of cuttings (cladodes) with 10, 20 and 40 centimeters in length were used, collected at different times (summer and winter). Of the variables analyzed: cuttings length (cm), fresh and dry mass (g), number of shoots and percentage of setting. The experimental design was completely randomized, in a 3x2 factorial scheme (cutting size x time of collection), with 20 replications. Evaluations were carried out 60 days after staking, evaluating biometric factors related to shoots and rooting of cladodes. In the second experiment, white pitaya red pitaya fruit seeds were used in two maturation stages (physiologically mature and stored at 10 ° C in BOD for 3 months), treated with different concentrations of gibberellic acid: 0, 50, 100 and 500 mg L⁻¹. The variables analyzed were: first germination / emergence count, percentage of germination / emergence, seedling length and seedling fresh and dry mass and Germination / Emergence Speed Index. In both experiments, the data were submitted to the F test and the means compared by the Tukey test, both at 5% probability. With regard to asexual propagation, it can be concluded that, when possible, the use of 40 cm long red pitaya white pulpy cladodes (*Hylocereus undatus* Haw.) Collected during the winter is recommended. As for the sexual propagation, seeds extracted from ripe red pitaya fruits of the white pulp, when sown under the conditions of the present study, it is necessary to use GA3 to increase seedling emergence and vigor, with doses of at least 150 mg L⁻¹.

Key-words: *Hylocereus undatus* (Haw.). Propagation. Seedling physiological quality.

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| CAPÍTULO 1. CONSIDERAÇÕES GERAIS | 7 |
| 1.1 INTRODUÇÃO | 7 |
| 1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 8 |
| 1.2.1 Origem e descrição de planta | 8 |
| 1.2.2 Propagação sexuada | 11 |
| 1.2.3 Propagação assexuada | 13 |
| REFERÊNCIAS | 15 |
| CAPITULO 2. TAMANHO E ÉPOCA DE COLETA DE CLADÓDIOS PARA PROPAGAÇÃO DE PITAYA | 18 |
| 2.1 INTRODUÇÃO | 18 |
| 2.2 MATERIAL E MÉTODOS | 19 |
| 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 22 |
| 2.4 CONCLUSÃO | 28 |
| 2.5 AGRADECIMENTOS | 28 |
| REFERÊNCIAS | 29 |
| CAPÍTULO 3. INFLUÊNCIA DE DOSES DE ÁCIDO GIBERÉLICO E ESTÁDIO DE MATURAÇÃO DE FRUTOS NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E VIGOR DE PLÂNTULAS DE PITAYA | 32 |
| 3.1 INTRODUÇÃO | 32 |
| 3.2 MATERIAL E MÉTODOS | 34 |
| 3.2.1 Testes de Germinação | 35 |
| 3.2.2 Testes de Emergência | 36 |
| 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 37 |
| 3.3.1 Testes de Germinação | 37 |
| 3.3.2 Testes de Emergência | 43 |
| 3.4 CONCLUSÃO | 53 |
| 3.5 AGRADECIMENTOS | 53 |
| REFERÊNCIAS | 54 |

CAPÍTULO 1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1 INTRODUÇÃO

A pitaya (*Hylocereus undatus* Haw.), é uma frutífera pertencente à família *Cactaceae*, originada da América Tropical e Subtropical, considerada uma cultura promissora para o cultivo, devido ao aumento no consumo de frutas exóticas, valor comercial e sua rusticidade (MARQUES *et al.*, 2011).

Até há pouco tempo essa frutífera era desconhecida e, recentemente, representa um crescente nicho no mercado de frutas exóticas. No Brasil, essa fruta vem sendo procurada, não só pelo exotismo da aparência, como também por suas características organolépticas, com sabor doce, suave e baixo teor de acidez (MOREIRA, 2012).

No Brasil, o gênero *Hylocereus* sp. é o mais cultivado e, segundo Galvão *et al.*, (2016), a produtividade média da cultura varia de 10-30 ton ha⁻¹, dependendo das condições climáticas, tipo de solo, tratos culturais e a idade do pomar, sendo a região Sudeste responsável pela maior parte da produção de pitaya, com 95,9% da produção, seguida das regiões Sul e Nordeste que representam aproximadamente produção de 2,38 e 1,05%, respectivamente (RUTHS *et al.*, 2019).

O estudo da produção de mudas é de fundamental importância quando se busca novas técnicas para o cultivo e produção de pitaya vermelha, podendo ser por meio de sementes ou propagação vegetativa (MARQUES *et al.*, 2011),

A produção de mudas de pitaya por meio de sementes é utilizada principalmente em programas de melhoramento genético, aumentando a variedade das progênies resultantes, o que é de grande importância para a variabilidade e conservação de germoplasma (BASTOS *et al.*, 2006).

Dentre as técnicas de propagação assexuada destaca-se a estaquia, método em que segmentos destacados de uma planta, sob condições adequadas, emitem raízes e originam uma nova planta, com características idênticas àquela que lhe deu origem. Esse método de propagação tem como vantagem a precocidade de produção, uniformidade do cultivo, mantendo seu valor agrônomo, facilidade da propagação e

tratos culturais, fixação dos genótipos selecionados, obtendo um bom desempenho reprodutivo (BASTOS *et al.*, 2006; GALVÃO *et al.*, 2016).

Assim, objetivou-se avaliar os efeitos na produção de mudas de pitaya, por estaquia e semente, considerando, respectivamente, diferentes épocas de coleta de estacas e comprimento, e o tempo de armazenamento dos frutos em relação à viabilidade das sementes, bem como o uso de diferentes concentrações de ácido giberélico, tendo em vista a qualidade fisiológica das plântulas.

1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.2.1 Origem e descrição de planta

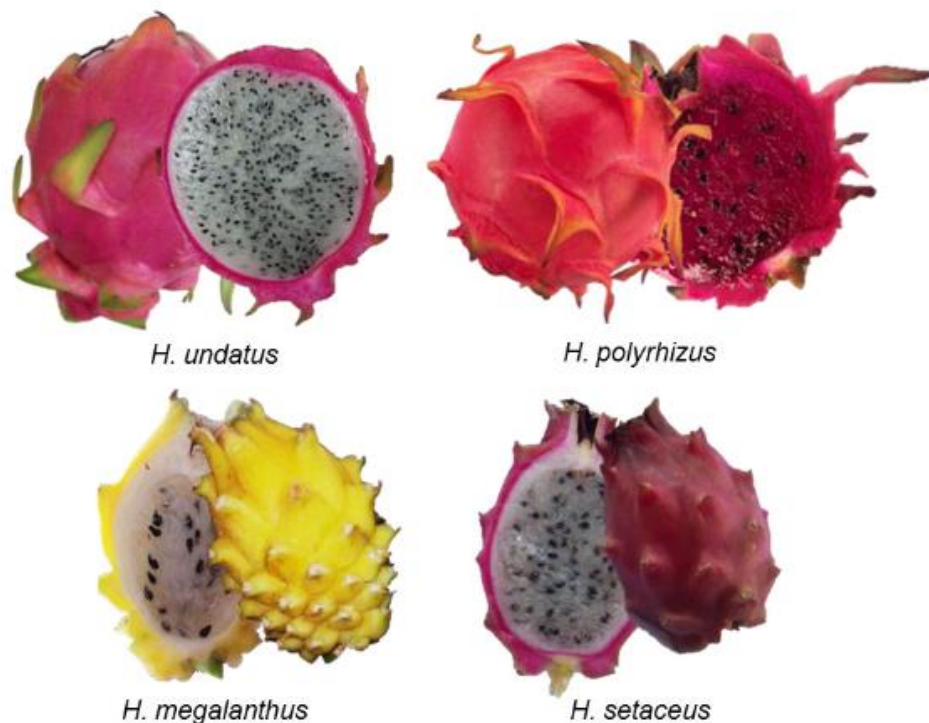
Considerada uma cultura promissora para o cultivo, a pitaya é uma frutífera exótica pertencente à família das Cactaceas, que tem como origem as regiões de florestas tropicais da América Central e América do Sul (MIZRAHI *et al.*, 1997).

Os diferentes tipos de pitaya são classificados em quatro gêneros: *Stenocereus*, *Cereus*, *Selenicereus* e *Hylocereus*. As espécies *Hylocereus undatus* e *Selenicereus megalanthus* têm sido as mais cultivadas e comercializadas no mundo, e são identificadas pelas seguintes características (Figura 1): *Hylocereus undatus* (fruto oblongo, com casca vermelha e polpa branca), a *Hylocereus polyrhizus* (fruto oblongo, com casca vermelha e polpa vermelha), *Hylocereus costaricensis* (fruto globoso, com casca vermelha e polpa vermelha) e *Selenicereus megalanthus* (fruto oblongo, com casca amarela e polpa branca) (LONE *et al.*, 2014).

No Brasil, o gênero *Hylocereus* sp. é o mais cultivado e, alguns estudos comprovam que frutos deste gênero apresentam várias bioatividades como antioxidante, inibição do crescimento de células cancerígenas, antimicrobiano e também foi comprovado em estudos com ratos diabéticos que extratos de flores e cladódios auxiliam na cicatrização de feridas (ZUGE, 2019).

A região Sudeste é responsável pela maior parte da produção de pitaya, com 95,9% da produção, seguida da região Sul e região Nordeste que representam aproximadamente produção de 2,38 e 1,05%, respectivamente (RUTHS *et al.*, 2019).

Figura 1. Vista externa e interna de frutos de *H. undatus*, *H. polyrhizus*, *H. megalanthus* e *H. setaceus*.



Fonte: Adaptado de Silva (2014).

O início do cultivo da espécie *H. undatus* deu-se na década de 1990, no Estado de São Paulo, sendo a região de Catanduva a principal produtora. Por volta do ano 2000, outras espécies do mesmo gênero foram introduzidas, como *H. polyrhizus*, conhecida como pitaya vermelha, por apresentar casca vermelha e polpa vermelho-púrpura (CORREIA *et al.*, 2017).

A pitaya (*Hylocereus undatus* Haw) é uma planta perene de hábito epífita, que apresenta raízes adventícias para a fixação e obtenção de nutrientes. O caule é formado por cladódios triangulares, suculentos e constituídos de pequenos espinhos.

As plantas de pitaya originárias de semente apresentam dois tipos de raízes: uma principal, que se desenvolve a partir da radícula e, depois de algum tempo, se atrofia, e raízes adventícias (originárias de parte do cladódio que está abaixo do substrato), basais e aéreas (aparecem distintamente ao longo dos cladódios,

preferencialmente em sua base mais plana). As pitayas propagadas vegetativamente por meio de estacas apenas desenvolvem raízes adventícias, carecendo de raiz principal (SILVA, 2014).

A flor é hermafrodita de cor branca e aromática (cerca de 30 cm de comprimento), com numerosos estames, arrançados em duas fileiras ao redor do pistilo, formado por 14 a 28 estiletos de cor creme e o pólen é abundante e de cor amarela. Os botões florais são formados pouco antes da antese, apresentando rápido desenvolvimento, com pico de florada no verão. A antese ocorre à noite, iniciando-se no fim da tarde, e as flores só abrem uma vez. O fechamento ocorre na manhã seguinte, sendo que em dias nublados leva-se mais tempo para que ocorra seu fechamento. A coloração das sépalas é variável com a espécie, podendo ser totalmente esverdeadas ou apresentar os ápices avermelhados. A polpa é formada a partir do desenvolvimento do ovário e a casca do receptáculo que circunda o ovário (CAVALCANTE, 2008; SILVA, 2014).

O fruto pode ser globoso ou subgloboso, variando o tamanho (10-20 cm de diâmetro), sendo sua coloração amarela ou vermelha, coberto por brácteas. As sementes são pequenas e numerosas, de colorações escuras, dispostas na polpa da fruta, podendo esta ser rosa ou branca de acordo com a espécie, de sabor agradável e levemente adocicado (ANDRADE *et al.*, 2008; BINSFELD *et al.*, 2019). Por ser uma fruta rica em nutrientes e por apresentar aspecto visual extremamente atraente, tem despertado o interesse dos consumidores brasileiros e, conseqüentemente, dos produtores interessados em sua exploração.

A pitaya é uma fruta que possui potencial de aproveitamento na culinária, sendo utilizada *in natura*, bem como industrializada na forma de sorvete, vinhos, sucos e saladas, mousse, geleias ou como corantes de doces. Além disso, a fruta pode ser utilizada na indústria farmacêutica como tônico cardíaco, devido à presença da substância captina disponível no fruto, que auxilia na regulação da pressão arterial, combate as doenças relacionadas ao sistema respiratório como bronquite, possui propriedades curativas e protege contra úlceras, gastrites e tem função antidiabética e anti-inflamatória (DUARTE, 2013; RUTHS *et al.*, 2019).

A cultura também apresenta importância ornamental, devido à beleza das suas flores, e pode ser usada como cercas vivas, devido aos seus espinhos (SILVA, 2014).

1.2.2 Propagação sexuada

A produção de mudas constitui o primeiro passo na busca por frutos de qualidade e com elevado valor de mercado (FERNANDES e COUTINHO, 2019) e, nesse sentido, o método de reprodução sexual proporciona a variabilidade genética necessária para a seleção de características desejáveis em um programa de melhoramento genético, além de possibilitar a investigação científica de fatores que afetam a biologia da germinação.

Outra característica importante desse método é a preservação da diversidade dos recursos fitogenéticos e a conservação de espécies por meio de bancos de germoplasma (RUTHS *et al.*, 2019). Adicionalmente, a propagação por sementes de cactácea é fácil de ser obtida se a mesma for razoavelmente fresca, precisando de umidade para seu estabelecimento, mas sem excesso para evitar que uma película de água envolva a semente, restringindo a penetração de oxigênio (OLIVEIRA-JUNIOR *et al.*, 2015).

O conhecimento do processo germinativo bem como de substâncias capazes de aperfeiçoá-lo é de grande relevância nos estudos botânicos, em especial no campo da produção de mudas, assumindo maior importância dada à diversidade dos ecossistemas tropicais (NOBREGA *et al.*, 2018).

Um dos fatores que podem ocasionar a germinação desuniforme é a presença de mucilagem intimamente aderida às sementes, podendo ser prejudicial à germinação e ao desenvolvimento das plântulas por favorecer a incidência de microrganismos ou conter substâncias inibidoras do metabolismo germinativo. Além disso, a germinação de sementes é altamente influenciada por fatores ambientais, como incidência de luz, temperatura e substrato; e fatores fisiológicos como concentração de hormônios. Estes fatores podem ser manipulados a fim de analisar que resultados podem ser obtidos devido a essas determinadas condições (ALVES *et al.*, 2012; NOBREGA *et al.*, 2018).

As pesquisas com sementes de pitaya têm sido realizadas para a caracterização propagativa da espécie, começando pelo estágio de maturação dos frutos, que pode influenciar na qualidade fisiológica das sementes e, conseqüentemente, na produção das mudas. Informações como estas são de grande utilidade para programas de melhoramento, que fazem a seleção das melhores características fenotípicas e genotípicas da espécie para aumento da produtividade (SANTOS *et al.*, 2018).

Outro aspecto importante em relação à propagação por sementes, visando principalmente a germinação, é a utilização das giberelinas bioativas, como o GA₃, que promovem a germinação de sementes, em várias espécies de plantas estimulando seu crescimento (LOPES *et al.*, 2009). Em vista disso, devido ao seu grande potencial na área comercial e agrônômica, trabalhos relacionados à influência do ácido giberélico (GA₃) em plantas têm aumentado significativamente nas últimas décadas.

As giberelinas constituem uma classe de hormônios capaz de modular o desenvolvimento durante todo o ciclo de vida da planta, na maioria das vezes, o seu componente bioativo é o GA₃. Esta classe de hormônio é conhecida por atuar no alongamento caulinar, promover a germinação em algumas espécies, diferenciação foliar, controle do meristema apical caulinar, transição da fase juvenil para a madura, determinação sexual, iniciação e desenvolvimento floral, iniciação e desenvolvimento dos frutos (NOBREGA *et al.*, 2014).

O uso de giberelina na fase de germinação pode melhorar o vigor e a germinação de sementes de várias espécies, principalmente sob condições adversas, além disso, a giberelina pode ser aplicada às sementes em substituição ao tratamento para a superação da dormência (FERREIRA *et al.*, 2014).

Resultados satisfatórios foram encontrados por Ferreira, Erig e Moro (2002) em que avaliando o efeito de diferentes concentrações de ácido giberélico (GA₃) na germinação de sementes e na emergência de plântulas de fruta-do-conde, visando à produção de mudas, verificaram que o GA₃ promoveu o incremento na germinação de sementes.

De acordo com Oliveira *et al.* (2010), estudando os efeitos de GA₃ em *Annona cherimola* Mill x *Annona squamosa* L. e Lopes *et al.* (2009), analisando concentrações crescentes de GA₃ em mamoeiro, ambos obtiveram resultados satisfatórios em relação

à germinação e o vigor de plântulas. Além disso, as giberelinas contrabalanceiam a inibição imposta pelo ácido abscísico, provocando um aumento endógeno de GA₃, que torna evidente sua participação na superação da dormência das sementes (CARVALHO *et al.*, 2012).

A fim de se aumentar a vida pós-colheita, recomenda-se que os frutos sejam armazenados em ambiente refrigerado. No armazenamento em temperatura ambiente, o maior problema observado é a perda de massa, que gera enrugamento e murcha da casca, levando à depreciação visual do produto, mesmo em muitos casos a polpa estando em condições para consumo (SILVA, 2014).

1.2.3 Propagação assexuada

Outro método mais comumente utilizado pelos produtores para a propagação é a forma assexuada, por meio da estaquia, devido ao manejo simples e rápido para a formação de mudas. Consiste em retirar segmentos de uma planta, sob condições adequadas, estas emitem raízes e originam uma nova planta, com características idênticas àquela que lhe deu origem (BASTOS *et al.*, 2006; RUTHS *et al.*, 2019).

Esse método de propagação tem como vantagem a precocidade de produção, uniformidade do cultivo, mantendo seu valor agrônomo, facilidade da propagação e tratamentos culturais e fixação dos genótipos selecionados, obtendo um bom desempenho reprodutivo (GALVÃO *et al.*, 2016).

Alguns fatores influenciam na propagação e enraizamento como o genótipo, condições fisiológicas da planta matriz, tipo de estaca e condições ambientais, época do ano e substrato (SANTOS *et al.*, 2010).

O comprimento da estaca pode influenciar tanto nas reservas de carboidratos como no volume de auxinas endógenas, o que proporciona maior sobrevivência, emissão mais rápida de raízes e, afeta o número e tamanho das brotações produzidas durante o crescimento inicial (FILHO *et al.*, 2014). Marques *et al.* (2011), avaliando diferentes tamanhos de cladódios na produção de mudas de pitaya vermelha, observaram que o tamanho da estaca interferiu no percentual de enraizamento e no desenvolvimento dessas mudas.

Aliado a este fato, a época do ano em que as estacas são coletadas está estreitamente relacionada à consistência destas, sendo que aquelas coletadas em um período de crescimento vegetativo intenso (primavera/verão), portanto mais herbáceas, tendem a enraizar mais, enquanto que aquelas coletadas no inverno são mais lignificadas e possuem menor capacidade de enraizamento (LONE e TAKAHASHI, 2019).

Ainda para esses autores, a influência da época de coleta das estacas no enraizamento pode ser atribuída às condições climáticas, especialmente temperatura e disponibilidade de água, podendo a estação do ano representar o fator decisivo para o sucesso do enraizamento.

REFERÊNCIAS

- ALVES, C. Z.; GODOY, A. R.; OLIVEIRA, N. C. Efeito da remoção da mucilagem na germinação e vigor de sementes de *Hylocereus undatus* Haw. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, [s. l.], v. 7, n. 4, p. 586-589, 2012.
- ANDRADE, R. A.; OLIVEIRA, I. V. M.; SILVA, M. T. H.; MARTINS, A. B. G. Germinação de pitaya em diferentes substratos. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 1, p. 71-75, 2008.
- BASTOS, D. C.; PIO, R.; FILHO, J. A. S.; LIBARDI, M. N.; ALMEIDA, L. F. P.; GALUCHI, T. P. D.; BAKKER, S. T. Propagação da Pitaya 'Vermelha' por estaquia. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1106-1109, 2006.
- BINSFELD, M. C.; SCHWAB, N. T.; BOTH, V.; BUFFON, P. A.; FUHR, A.; RAMPAZZO, J. C.; PICIO, M. D. Enraizadores alternativos na propagação vegetativa de pitaya. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 30, p. 251-258, 2019.
- CARVALHO, M. A. F.; PAIVA, R.; VARGAS, D. P.; PORTO, J. M. P.; HERRERA, R. C.; STEIN, V. C. Germinação in vitro de *Passiflora gibertii* N. E. Brown com escarificação mecânica e ácido giberélico. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 1027-1032, 2012.
- CAVALCANTE, I. H. L. **Pitaya: Propagação e crescimento de plantas**. Tese (Doutorado), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2008.
- CORREIA, D.; NASCIMENTO, E.H.S.; MORAIS, J.P.S.; GOMES FILHO, A.A.H.; NOBRE SILVA, M.K.N. **Germinação de Sementes e Tipos de Explante na Propagação in Vitro da Pitaya Vermelha (*Hylocereus polyrhizus*)**. [S. l.]: Embrapa Agroindústria Tropical, 2017. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, n. 147).
- DUARTE, M. H. **Armazenamento e qualidade de pitaya *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose, submetida à adubação**. 2013. 113 f. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.
- FERNANDES, A. C.; COUTINHO, G. Nitrogênio no desenvolvimento inicial de mudas de pitaya vermelha. **Global Science and Technology**, [s. l.], v. 12, n. 3, p. 32-43, 2019.
- FERREIRA, G.; ERIG, P. R.; MORO, E. Uso de ácido giberélico em sementes de frutado-conde (*Annona squamosa* L.) visando à produção de mudas em diferentes embalagens. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 24, n. 1, p. 178-182, 2002.
- FERREIRA, L. B.; SANTOS, E. F.; DAVID, A. M. S. S.; FIGUEIREDO, J. C.; ASSIS, M. O.; MOTA, W. F. Efeito do ácido giberélico sobre a qualidade fisiológica de sementes de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 2, 2014.

FILHO, F. S. T. P.; ALMEIDA, E. I. B.; BARROSO, M. M. A.; CAJAZEIRA, J. P.; CORRÊA, M. C. M. Comprimento de estacas e concentrações de ácido indolbutírico (AIB) na propagação vegetativa de pitaiá. **Revista Ciência Agronômica**, Jaboticabal, v. 45, n. 4, p. 788-793, 2014.

GALVÃO, E. C.; RAMOS, J. D.; PIO, L. A. S.; LAREDO, R. R.; SILVA, F. O. R.; MIRANDA, J. M. S. Substratos e ácido indol-3-butírico na produção de mudas de pitaiá vermelha de polpa branca. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 63, n. 6, p. 860-867, 2016.

LONE, A. B.; TAKAHASHI, L. S. A. Enraizamento e brotação de estacas de pitaya em diferentes períodos do ano. **Revista Técnico-Científica do CREA-PR**, Londrina, 2019.

LONE, B. L.; COLOMBO, R. C.; FAVETTA, V.; TAKAHASHI, L. S. A.; FARIA, R. T. Temperatura na germinação de sementes de genótipos de pitaya. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, p. 2251-2258, 2014.

LOPES, A. W. P.; SELEGUINI, A.; BOLIANI, A. C.; CORRÊA, L. S. Estádio de maturação do fruto e uso do ácido giberélico na germinação de sementes de mamoeiro. **Revista Agropecuária Tropical**, [s. l.], v. 39, n. 4, p. 278-284, 2009.

MARQUES, V. B.; MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; ARAUJO, N. A.; CRUZ, M. C. M. Tamanho de cladódios na produção de mudas de Pitaiá vermelha. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 4, p. 50-54, 2011.

MIZRAHI, Y.; NERD, A.; NOBEL, P.S. Cacti as crop. **Horticultural Reviews**, New York, v. 18, p. 291–320, 1997.

MOREIRA, R. A. **Cultivo da Pitaiá**: implantação. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2012. (Boletim Técnico, n. 92).

NOBREGA, M. A. S.; PONTES, M. S.; SANTIAGO, E. F. Aplicação exógena de GA₃ e Tiometoxam sobre a dinâmica da germinação de sementes de *Psidium guineense* Swartz (MYRTACEAE). **Acta Biomedica Brasiliensia**, [s. l.], v. 9, n. 2, 2018.

OLIVEIRA, M. C.; FERREIRA, G.; GUIMARÃES, V. F.; DIAS, G. B. Germinação de sementes de atemoia (*Annona cherimola* mill. x *A. squamosa* L.) cv'Gefner' submetidas a tratamentos com ácido giberélico (GA₃) e ethephon. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 32, n. 2, 2010.

OLIVEIRA-JUNIOR, J. L.; ALMEIDA-NETA, M. N. A.; DAVID, M. S. S.; AGUIAR, A. C. M.; GOMES, A. G. O.; AMARO, H. T. R.; DONATO, L. M. S. Umedecimento do substrato e temperatura na germinação e vigor de sementes de pitaya. **Comunicata Scientiae**, [s. l.], v. 6, n. 3, p. 282-290, 2015.

RUTHS, R.; BONOME, L. T. S.; TOMAZI, Y.; SIQUEIRA, D. J.; MOURA, G. S.; LIMA, C. S. M. Influência da temperatura e luminosidade na germinação de sementes das espécies: *Selenicereus setaceus*, *Hylocereus undatus* e *Hylocereus polyrhizus*. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 18, n. 2, 2019.

SANTOS, C. M. G.; CERQUEIRA, R. C.; FERNANDES, L. M. S.; DOURADO, F. W. N.; ONO, E. O. Substratos e regulador vegetal no enraizamento de estacas de pitaya. **Revista Ciência Agronômica**, Jaboticabal, v. 41, n. 4, p. 625-629, 2010.

SANTOS, J. M.; OLIVEIRA, J. A.; LIMA, J. M. E.; SILVA, H. W. Maturidade fisiológica de sementes de pitaya. **Revista de Ciências Agrárias**, [s. l.], v. 61, p.7, 2018.

SILVA, A. C. C. **Pitaya: melhoramento e produção de mudas**.2014. 132 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Jaboticabal, 2014.

ZUGE, P.G.U. **Produção de Mudanças de Pitaya através da Micropropagação**. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019

CAPITULO 2. TAMANHO E ÉPOCA DE COLETA DE CLADÓDIOS PARA PROPAGAÇÃO DE PITAYA

RESUMO. A estaquia é o método de propagação que tem como vantagem a precocidade de produção, uniformidade do cultivo, facilidade da propagação e tratos culturais, além da fixação dos genótipos selecionados, obtendo um bom desempenho reprodutivo. Alguns fatores influenciam na propagação e enraizamento dentre eles, o tamanho da estaca e a época do ano para sua coleta. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o tamanho ideal de cladódios de pitaya vermelha com polpa branca (*Hylocereus undatus* Haw.), bem como a época de sua coleta na propagação da cultura por estaquia. O experimento foi conduzido na Faculdade de Engenharia, Câmpus de Ilha Solteira – UNESP, utilizando três tamanhos de cladódios (estacas) com 10, 20 e 40 centímetros de comprimento, coletada em duas épocas (verão e inverno). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x3, com 20 repetições. As avaliações foram realizadas 60 dias após o estaqueamento, avaliando-se fatores biométricos relacionados às brotações e ao enraizamento dos cladódios. Os dados foram submetidos ao teste F e as médias comparadas pelo teste Tukey, ambos a 5% de probabilidade. Houve interação significativa entre os tamanhos dos cladódios com sua época de coleta e, por meio dos dados obtidos pode-se concluir que, quando possível, a utilização de cladódios de pitaya vermelha de polpa branca (*Hylocereus undatus* Haw.) com 40 cm de comprimento, coletadas no período do inverno é recomendada.

Palavras-chave: *Hylocereus undatus* Haw., estaquia, produção de mudas.

2.1 INTRODUÇÃO

Considerada uma cultura promissora para o cultivo, a pitaya vermelha de polpa branca (*Hylocereus undatus* Haw.), também conhecida como fruta dragão, é uma frutífera exótica pertencente à família das Cactaceas, que tem como origem as regiões de florestas tropicais da América Central e América do Sul (MIZRAHI *et al.*, 1997).

No Brasil, essa fruta vem sendo procurada, não só pelo exotismo da aparência, mas também por suas características organolépticas, como sabor doce, suave e baixo teor de acidez (MOREIRA, 2012), bem como por suas propriedades antioxidantes, alto valor comercial e rusticidade (MARQUES *et al.*, 2011; RUTHS *et al.*, 2019).

Assim, a busca por novas técnicas de cultivo que aprimorem a exploração dessa cultura é de fundamental importância, sendo a produção de mudas o primeiro passo na

busca por frutos de qualidade e com elevado valor de mercado (FERNANDES e COUTINHO, 2019).

Dentre as técnicas de propagação da pitaya, destaca-se a estaquia, pois possibilita a uniformidade e qualidade das mudas pela clonagem de genótipos selecionados de plantas matrizes, além de eliminar o período de juvenilidade (HARTMANN *et al.*, 2011; ZEM *et al.*, 2015).

O comprimento das estacas é um fator de grande importância no desenvolvimento do sistema radicular adventício, uma vez que estacas maiores apresentam quantidade maior de reservas nutritivas, as quais podem ser translocadas para a base da estaca e auxiliar na formação das raízes (HARTMANN *et al.*, 2002).

Além disso, a atividade cambial e o nível endógeno de auxina (AIA) nas estacas podem ser influenciados pela época do ano; sendo assim, o momento de coleta é um fator importante a ser considerado por refletir no enraizamento (NEGISHI *et al.*, 2014).

Para algumas espécies qualquer época do ano é favorável à retirada de estacas, no entanto, para outras, a melhor época é quando as plantas se encontram em baixo metabolismo (dormência) ou quando apresentam crescimento ativo (HARTMANN *et al.*, 2011). Deste modo, para aumentar a taxa de enraizamento das estacas, é necessário que seja determinada a melhor época para a coleta dos ramos para cada espécie (HARTMANN *et al.*, 2011) e o tipo de estaca mais adequado de modo a viabilizar a produção de mudas (SANTOS *et al.*, 2014).

Diante o exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar tamanhos de cladódios de pitaya vermelha com polpa branca (*Hylocereus undatus*) coletadas em duas épocas, tendo em vista a qualidade fisiológica de mudas produzidas, viabilizando manejos culturais mais adequados.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em área experimental pertencente ao Laboratório de Sementes do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia, da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – FEIS/UNESP, localizada no município de Ilha Solteira (SP), cujas coordenadas geográficas são Longitude: 51°06'35"W e

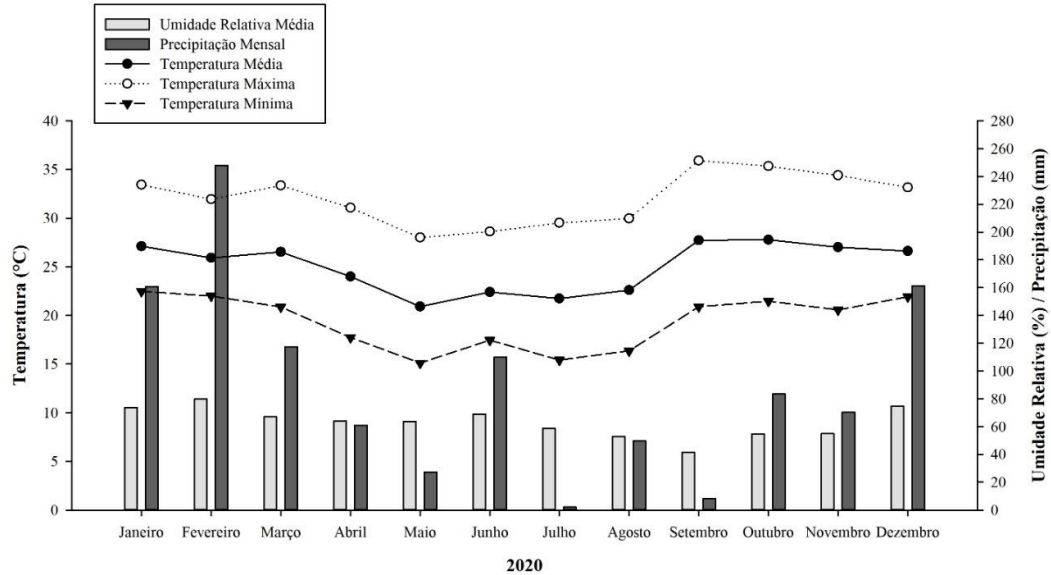
Latitude: 20°38'44"S, com altitude de aproximadamente 347 m. O clima da região é classificado como tropical chuvoso de bosque, marcado por chuvas de verão e estiagem no inverno, com temperatura média anual de 28°C (MARTINS *et al.*, 2015).

Foram utilizados cladódios (estacas) de pitaya vermelha de polpa branca (*Hylocereus undatus*), coletados em áreas de cultivo comercial localizadas no município de Tupi Paulista – SP, cujas coordenadas geográficas são 21° 22' 52" S de Latitude e 51° 34' 14" W de Longitude, com altitude média de 400m.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, contendo 20 repetições por tratamento, sendo cada cladódio coletado considerado uma repetição, em esquema fatorial 2 x 3, considerando duas épocas de coleta: verão – mês de fevereiro e inverno – mês de junho (Figura 1) e três tamanhos de cladódios, seccionados com 10, 20 e 40 cm (Figura 2).

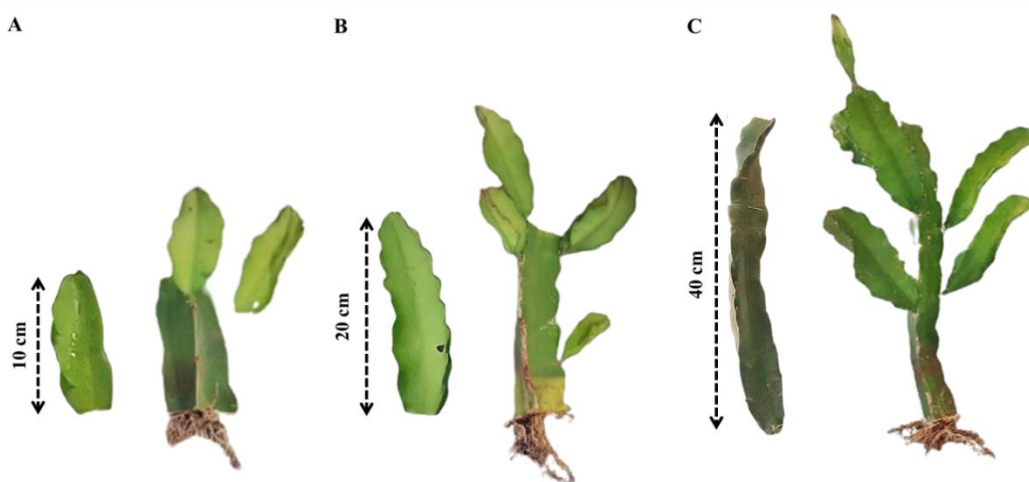
Os cladódios tiveram sua base previamente tratadas com calda bordalesa à 2%, por imersão, com subsequente estaqueamento a 5 cm de profundidade em vasos plásticos preenchidos com composto orgânico do tipo terra vegetal, com irrigação por aspersão manual (“chuveiro”) sempre que necessário, para manter o substrato na sua capacidade de campo.

Figura 1. Médias mensais de temperaturas máxima, média e mínima (°C) e de Umidade Relativa (%), e somatória mensal de precipitação (mm) da microrregião de Dracena. Dracena – SP, 2020



Fonte: Próprio autor.

Figura 2. Tamanhos de cladódios para estaqueamento (A = 10cm, B = 20cm e C = 40cm) e após brotação de pitaya vermelha de polpa branca (*Hylocereus undatus*). Ilha Solteira – SP, 2020.



Fonte: Próprio autor.

As avaliações foram realizadas 60 dias após o estaqueamento, sendo analisado: Número de Brotações (NB): contabilizando a quantidade de brotos novos emitidos por cladódio; Porcentagem de Brotação (PB); Porcentagem de enraizamento (PE); Comprimento do maior broto (CMB), em centímetros (cm); Diâmetro do maior broto (DC), em centímetros (cm); Comprimento da maior raiz (CMR), em centímetro (cm); Massa fresca total (MFT) e seca total (MST), em gramas.muda⁻¹ (g).

A massa seca total foi obtida a partir secagem das mudas em estufa de circulação de ar forçada a 60°C por 160 horas, até obter-se a massa constante, sendo as massas mensuradas em balança analítica de precisão (0,0001 g).

Os dados foram analisados utilizando o *software* SISVAR (FERREIRA, 2014). A hipótese da normalidade foi testada pelo teste de Shapiro-Wilk, utilizou-se o teste F na análise de variância para detectar a diferença entre os fatores e comparar as médias quando encontrada diferença significativa para os fatores com dois níveis (época). Para os fatores com três níveis (tamanho dos cladódios) foi utilizado o teste de Tukey para comparar as médias dos tratamentos, quando encontrada diferença significativa para cada variável. Todos os testes estatísticos foram realizados a 5% de probabilidade.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância dos dados obtidos com as variáveis estudadas das mudas propagadas dos cladódios estaqueados de pitaya vermelha com polpa branca (*Hylocereus undatus*) está representada a seguir, na Tabela 1, onde pode-se observar que houve diferença estatística entre os tratamentos, com interação significativa, exceto para a variável porcentagem de enraizamento, entre os fatores avaliados.

Tabela 1. Análise de variância para número de brotos (NB), porcentagem de brotação (PB), comprimento da brotação (CB), diâmetro da maior brotação (DMB), porcentagem de enraizamento (PE), comprimento da maior raiz (CMR) e massas fresca (MST) e seca (MST) total de mudas de pitaya vermelha da polpa branca (*Hylocereus undatus*), propagadas por cladódios com diferentes tamanhos e épocas de coleta. Ilha Solteira – SP, 2020.

| Fonte de Variação | NB | PB | CB (cm) | DMB (cm) |
|-------------------|--------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | Quadrado Médio | | | |
| Tamanho (T) | 0.674464* | 1187.5000* | 545.701859* | 19.239604* |
| Época (E) | 0.618904* | 2083.3333* | 436.134539* | 29.767305* |
| T x E | 0.9228* | 145.8333* | 53.3359* | 9.0684* |
| CV% | 17.04¹ | 16.55 | 43.02 | 34.98 |
| Média Geral | 2.22 | 85.00 | 12.51 | 3.63 |
| Fonte de Variação | PE | CMR (cm) | MFT (g) | MST (g) |
| | Quadrado Médio | | | |
| Tamanho (T) | 395.833333* | 442.645248 | 0.620339* | 0.006487* |
| Época (E) | 187.500000 ^{NS} | 3.304825 | 0.066986* | 0.000949* |
| T x E | 187.500000 ^{NS} | 83.9549* | 0.005620* | 0.000059* |
| CV% | 9.69 | 46.62 | 44.46 | 41.26 |
| Média Geral | 95.00 | 11.83 | 0.15 | 0.016 |

Nota: *Significativo e ^{NS} Não significativo pelo teste F à 5% de probabilidade. ¹Valores transformados pela equação $\sqrt{x + 0,5}$. Fonte: Próprio autor.

Pode-se observar, na Tabela 2, que tanto o tamanho dos cladódios utilizados quanto a sua época de coleta, influenciou no número de brotos emitidos, bem como na porcentagem de brotação, sendo maior nos cladódios com 40 cm, coletados o período de inverno, com média de 3,5 brotos e 100% de brotação por estaca avaliada, respectivamente.

Tabela 2. Número de brotações (NB), porcentagem de brotação (PB), comprimento da maior brotação (CB), diâmetro da maior brotação (DMB), de cladódios de de pitaya vermelha da polpa branca (*Hylocereus undatus*), propagadas por cladódios com diferentes tamanhos e épocas de coleta. Ilha Solteira – SP, 2020.

| Tamanho (cm) | Época de coleta | | Média |
|--------------|-----------------|-----------|---------|
| | Verão | Inverno | |
| | NB | | |
| 10 | 1.82 Aa* | 1.65 Ba | 1.83 B |
| 20 | 1.88 Aa | 2.11 Ba | 2.00 B |
| 40 | 2.08 Ab | 3.54 Aa | 2.75 A |
| Média | 1.91 b | 2.48 a | |
| Tamanho (cm) | PB (%) | | Média |
| 10 | 60.00 Bb | 85.00 Aa | 72.50 B |
| 20 | 85.00 Aa | 95.00 Aa | 90.00 A |
| 40 | 85.00 Aa | 100.00 Aa | 92.50 A |
| Média | 76.67 a | 93.33 a | |
| Tamanho (cm) | CB (cm) | | Média |
| 10 | 7.41 Ba | 9.76 Ba | 8.78 B |
| 20 | 7.88 Bb | 14.29 Aa | 11.26 B |
| 40 | 14.57 Ab | 18.41 Aa | 16.65 A |
| Média | 10.23 b | 14.39 a | |
| Tamanho (cm) | DMB (cm) | | Média |
| 10 | 3.04 ABa | 2.94 Ba | 2.98 B |
| 20 | 2.33 Bb | 4.25 Aa | 3.34 B |
| 40 | 3.75 Ab | 5.00 Aa | 4.43 A |
| Média | 3.04 b | 4.12 a | |

Nota: *Letras maiúsculas diferentes entre linhas diferem entre si pelo teste de Tukey. Letras minúsculas diferentes entre colunas diferem entre si pelo teste F. Ambos a 5% de probabilidade. Fonte: Próprio autor.

Analisando apenas o tamanho dos cladódios, observa-se que há uma relação positiva entre o número dos brotos e a porcentagem de brotação com os maiores comprimento utilizados, corroborando com as análises realizadas por Moreira *et al.* (2017), que estudando a determinação do comprimento da estaca para produção de mudas de pitaya (*Hylocereus costaricensis*) em ambiente protegido, observaram que mudas formadas a partir de cladódios de maiores comprimentos possuem maiores reservas e disponibilidade de nutrientes armazenados (DELGADO e YUYAMA, 2010), principalmente carboidratos, o que contribui diretamente para a formação e o crescimento de brotos e raízes (NICOLOSO; CASSOL; FORTUNAT, 2001).

Assim, em casos onde há maior disponibilidade de material, é interessante a utilização de cladódios maiores, uma vez que, segundo Balaguera-Lopez (2010), o maior comprimento do cladódio permite que a planta alcance mais rapidamente o ápice

do tutor e inicie a emissão de ramos secundários mais rapidamente, havendo a formação da planta adulta de forma mais precoce, iniciando a etapa produtiva.

Entretanto, analisando a época de coleta dos cladódios, pode-se observar que a pitaya, apesar de ser uma planta com ramos tipicamente herbáceos (cladódios), cuja recomendação de estaquia se dá na primavera/verão, quando os ramos apresentam um baixo grau de lignificação e dos tecidos e alta atividade meristemática (FRANZON *et al.*, 2010), apresenta um comportamento de plantas que apresentam repouso vegetativo, quando há paralização do crescimento vegetativo e, conseqüentemente, um maior acúmulo de reservas, uma vez que os cladódios retirados no inverno apresentaram maiores números e porcentagens de brotação. Outro fator que pode estar associado é com a condição hídrica dos cladódios, uma vez que a época de coleta no verão corresponde a um período de temperatura mais elevada, fazendo que percam água mais facilmente, por transpiração (PIZZATTO *et al.*, 2011), afetando a brotação.

Ainda na Tabela 2, com relação ao comprimento e diâmetro do maior broto, pode-se observar que, com estas variáveis, em ambas as épocas de coleta, houve correlação positiva com o tamanho dos cladódios, com os maiores valores obtidos naquelas retiradas no inverno e que apresentavam 40 cm, com 18,41 e 5,00 cm, respectivamente; porém não diferindo estatisticamente dos cladódios de 20 cm coletados no inverno e de 40 cm coletadas no verão, corroborando com os resultados encontrados por Moreira *et al.*, (2017), que concluíram que o comprimento dos cladódios de pitaya influencia no ganho em altura, comprimento e diâmetro das brotações emitidas, apresentando uma relação positiva linear, ou seja, quanto maior a estaca, maiores os incrementos. Em adição, analisando-se a época de coleta dos cladódios isoladamente, pode-se verificar que o período do inverno se mostrou estatisticamente superior ao período de verão, influenciando de forma significativa nos presentes resultados.

Já na Tabela 3, observa-se que, ao se analisar as massas fresca e seca das mudas formadas, o mesmo padrão se repete, onde, como já se esperava, o maior comprimento dos cladódios proporcionou os maiores valores dessas duas variáveis. Porém, nesse caso, verifica-se também que o período do inverno se mostrou

estatisticamente superior ao período de verão, variando entre 0,13 a 0,18g de massa fresca e 0,013 a 0,019g de massa seca, respectivamente, indicando mais uma vez o comportamento da pitaya com plantas que apresentam repouso vegetativo, com maior acúmulo de reservas.

Tabela 3. Massas fresca (MST) e seca (MST) total, porcentagem de enraizamento (PE) e comprimento da maior raiz (CMR) de mudas de pitaya vermelha da polpa branca (*Hylocereus undatus*), propagadas por cladódios com diferentes tamanhos e épocas de coleta. Ilha Solteira – SP, 2020.

| Tamanho (cm) | Época de coleta | | Média |
|--------------|-----------------|-----------|----------|
| | Verão | Inverno | |
| | MFT (g) | | |
| 10 | 0.04 Ca* | 0.07 Ca | 0.05 C |
| 20 | 0.09 Ba | 0.13 Ba | 0.11 B |
| 40 | 0.26 Ab | 0.33 Aa | 0.29 A |
| Média | 0.13 b | 0.18 a | |
| | MST (g) | | |
| 10 | 0.004 Ba | 0.008 Ca | 0.006 C |
| 20 | 0.009 Bb | 0.014 Ba | 0.011 B |
| 40 | 0.026 Ab | 0.034 Aa | 0.030 A |
| Média | 0.013 b | 0.019 a | |
| | PE (%) | | |
| 10 | 95.00 Aa | 95.00 Aa | 95.00 AB |
| 20 | 95.00 Aa | 85.00 Aa | 90.00 B |
| 40 | 100.00 Aa | 100.00 Aa | 100.00 A |
| Média | 96.67 | 93.33 | |
| | CMR (cm) | | |
| 10 | 8.35 | 10.60 | 9.48 B |
| 20 | 9.24 | 11.10 | 10.09 B |
| 40 | 17.13 | 14.08 | 15.60 A |
| Média | 11.67 | 12,01 | |

Nota: *Letras maiúsculas diferentes entre linhas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey. Letras minúsculas diferentes entre colunas na linha diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade. Fonte: Próprio autor.

Ao analisar a interação ocorrida entre a época de coleta e o comprimento dos cladódios, para a porcentagem de enraizamento, observa-se que não houve influência significativa, com média geral de 95,00% de enraizamento (Tabela 1), corroborando com os resultados encontrados por Silva (2014) que, avaliando a porcentagem de cladódios enraizados de pitaya em função do tamanho da estaca (10, 20 e 30 cm) obtiveram média geral de 97,5% enraizamento.

O alto percentual de enraizamento dos cladódios, possivelmente, é devido à relação carbono/nitrogênio e ao balanço hormonal de auxinas adequado para o processo de formação de raízes das estacas, além disso, está relacionado ao fato da espécie em estudo ser uma cactácea, a qual apresenta o caule suculento onde armazena os nutrientes e água, mantendo-se viva por um longo período (MARQUES *et al.*, 2011; LONE; TAKAHASHI, 2019).

Em adição a esta variável, analisando apenas o tamanho dos cladódios, observa-se que os cladódios de 40 cm, independentemente da época de coleta, apresentaram os maiores resultados, com 100% de enraizamento (Tabela 3), corroborando com os dados encontrados por Bastos *et al.*, (2006), que observaram que cladódios com 25 cm apresentaram maior porcentagem de enraizamento, significativamente superior aos cladódios com 15,0 cm de tamanho, tanto com a aplicação de 3000 mg L⁻¹ de AIB, como sem a aplicação do regulador.

O tamanho das estacas está relacionado com sua condição nutricional, sendo a quantidade de reservas e o número de gemas variáveis de acordo com o comprimento utilizado, sendo que, normalmente, estacas com maior comprimento podem apresentar maior teor de carboidratos e de auxinas endógenas (MAYER *et al.*, 2002) e, de acordo com Fachinello *et al.* (2005), o teor de carboidratos, além de ser fonte de carbono para a biossíntese de ácidos nucleicos e proteínas utilizados na produção de raízes, pode favorecer o aumento da relação C/N, que induz ao maior enraizamento.

Já com o comprimento da maior raiz, apesar de também ter obtido os maiores valores com os cladódios de 40 cm, verifica-se que a época de coleta influenciou significativamente os resultados, sendo esta no verão, com 17,13cm, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos (Tabela 3), corroborando com Hartmann *et al.* (2002), que afirmam que o tipo de estaca influencia no enraizamento, de modo que as estacas herbáceas (menos lignificadas) apresentam maior facilidade de formar raízes do que as estacas lenhosas (mais lignificadas) da mesma espécie.

Nesse caso, além do tamanho e quantidade de reservas, a época de coleta dos cladódios está estreitamente relacionada com sua consistência, sendo que aquelas coletadas no período de crescimento vegetativo intenso (primavera/ verão) apresentam-se mais herbáceas e, de modo geral, com maior capacidade de enraizamento, em

comparação com as lenhosas, que já se apresentam mais lignificadas (DUTRA *et al.*, 2002).

Apesar dos resultados de formação do sistema radicular serem opostos aos de desenvolvimento de brotação aérea, sabe-se que a presença de folhas e gemas nas estacas tem papel chave para a formação do novo sistema radicular, sendo responsável pela produção de assimilados e de substâncias como auxinas, sendo esta última sintetizada nesses locais (TAIZ e ZEIGER, 2017), o que evidencia a alta capacidade dos cladódios lenhosos de pitaya de permanecerem vivos.

2.4 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que a utilização de cladódios de pitaya vermelha de polpa branca (*Hylocereus undatus* Haw.) com 40 cm de comprimento e coletados no período do inverno proporcionam melhor desenvolvimento, favorecendo a obtenção de mudas de melhor qualidade.

2.5 AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela bolsa de mestrado concedida à autora (Processo Número 2018/01671-0) e às Faculdades de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP) e de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena (FCAT/UNESP).

REFERÊNCIAS

- BALAGUERA-LÓPEZ, H. E.; MORALES, E. I.; ALMANZA-MERCHÁN, P. J.; BALAGUERA L., W. A. El tamaño del cladodio y los niveles de auxina influyen en la propagación asexual de pitaya (*Selenicereus megalanthus* Haw.). **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, Bogotá, v. 4, n. 1, p. 33-42, 2010.
- BASTOS, D. C.; PIO, R.; FILHO, J. A. S.; LIBARDI, M. N.; ALMEIDA, L. F. P.; GALUCHI, T. P. D.; BAKKER, S. T. Propagação da Pitaya 'Vermelha' por estaquia. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 6, p. 1106-1109, 2006.
- DELGADO, J. P. M.; YUYAMA, K. Comprimento de estaca de camu-camu com ácido indolbutírico para a formação de mudas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 522-526, 2010.
- DUTRA, L.F.; KERSTEN, E.; FACHINELLO, J.C. Época de coleta, ácido indolbutírico e triptofano no enraizamento de estacas de pessegueiro. **Scientia Agrícola**, 59:327-333, 2002
- FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica. 221p., 2005.
- FERNANDES, A. C.; COUTINHO, G. Nitrogênio no desenvolvimento inicial de mudas de pitaya vermelha. **Global Science and Technology**, v. 12, n. 3, p. 32-43, 2019.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.
- FRANZON, R.C.; CARPENEDO, S.; SILVA, J.C.S. **Produção de mudas: principais técnicas utilizadas na propagação de fruteiras**. Embrapa Cerrados – Documento 283, 56p., 2010.
- HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JUNIOR, F.T.; GENEVE, R.L. **Plant propagation: principles and practices**. 7ª ed. New Jersey, Prentice Hall. 880p., 2002.
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JR., F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 8th ed. New Jersey: PrenticeHall, 2011. 915p.
- LONE, A. B.; TAKAHASHI, L. S. A. Enraizamento e brotação de estacas de pitaya em diferentes períodos do ano. **Revista Técnico-Científica do CREA-PR**, 2019.
- MARQUES, V. B.; MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; ARAUJO, N. A.; CRUZ, M. C. M. Tamanho de cladódios na produção de mudas de Pitaia vermelha. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 4, p. 50-54, 2011.

- MARTINS, M.; AMÉRICO, J. H. P.; CARVALHO, S. L.; FREITAS-LIMA, E. A.C. Avaliação das condições socioeconômicas e ambientais de propriedades agrícolas do município de Ilha Solteira – São Paulo, Brasil. **HOLOS Environment**, v. 15, n. 1, 2015.
- MAYER, N.A.; PEREIRA, F.M.; NACHTIGAL, J.C. Efeito do comprimento de estacas herbáceas de dois clones de umezeiro (*Prunus mume* Sieb & Zucc.) no enraizamento adventício. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 24:500-504, 2002.
- MIZRAHI, Y.; NERD, A.; NOBEL, P. S. Cacti as crops. **Horticultural Review**, New York, v. 18, p. 291–320, 1997.
- MOREIRA, A. R.; SOUZA, F. L. B.; SILVA, R. T. L.; OLIVEIRA, R. L. L.; ALONÇO, A. S.; NETO, C. F. O.; SOUSA, S. K. A. Determinação do comprimento da estaca para produção de mudas de pitaia (*Hylocereus costaricensis*) em ambiente protegido. **Tecno-Lógica**, v. 21, n. 2, p. 41-45, 2017.
- MOREIRA, R. A. **Cultivo da Pitaia: Implantação**. Boletim Técnico. Universidade Federal de Lavras Departamento da Agricultura, n. 92, p. 1-16, 2012.
- NEGISHI, N.; NAKAHAMA, K.; URATA, N.; KOJIMA, M.; SAKAKIBARA, H.; KAWAOKA, A. Hormone level analysis on adventitious root formation in *Eucalyptus globulus*. *New Forests*, v.45, p.577-587, 2014.
- NICOLOSO, F. T.; CASSOL, L. F.; FORTUNATO, R. P. Comprimento da estaca de ramo no enraizamento de ginseng brasileiro (*Pfaffia glomerata*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.1, p.57-60, 2001.
- PIZZATTO, M.; WAGNER JÚNIOR, A.; LUCKMANN, D.; PIROLA, K.; CASSOL, D. A.; MAZARO, S.M. Influência do uso de AIB, época de coleta e tamanho de estaca na propagação vegetativa de hibisco por estaquia. **Rev. Ceres**. v. 58, n. 4, p. 487-492, 2011.
- RUTHS, R.; BONOME, L. T. S.; TOMAZI, Y.; SIQUEIRA, D. J.; MOURA, G. S.; LIMA, C. S. M. Influência da temperatura e luminosidade na germinação de sementes das espécies: *Selenicereus setaceus*, *Hylocereus undatus* e *Hylocereus polyrhizus*. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 18, n. 2, 2019.
- SANTOS, L. W.; COELHO, M. D. F.; DOMBROSKI, J. L.; AZEVEDO, R. A. Propagação vegetativa de mulungu (*Erythrina velutina* Willd. – Fabaceae). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 3, p. 420-426, 2014.
- SILVA, A.C.C. **Pitaya: Melhoramento e produção de mudas**. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 132p., 2014.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**.6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

ZEM, L. M.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; RADOMSKI, M. I.; KOEHLER, H. S.
Enraizamento de estacas semilenhosas de cataia coletadas em quatro estações.
Ciência Rural, 45(10), 1815-1818, 2015.

CAPÍTULO 3. INFLUÊNCIA DE DOSES DE ÁCIDO GIBERÉLICO E ESTÁDIO DE MATURAÇÃO DE FRUTOS NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E VIGOR DE PLÂNTULAS DE PITAYA

RESUMO. Objetivou-se avaliar a influência do uso de diferentes concentrações de ácido giberélico e do estágio de maturação de frutos na germinação de sementes e vigor de plântulas de pitaya vermelha da polpa branca, tendo em vista a qualidade fisiológica de mudas produzidas a fim de subsidiar trabalhos de melhoramento genético e conservação da espécie. O experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia, da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – FEIS/UNESP. Foram utilizadas sementes de frutos de pitaya vermelha da polpa branca em dois estádios de maturação (fisiologicamente maduros e conservados à 10°C em BOD por 3 meses), tratadas com diferentes concentrações de ácido giberélico: 0, 50, 100 e 500 mg L⁻¹. As variáveis analisadas foram: primeira contagem de germinação/emergência, porcentagem de germinação/emergência, comprimento de plântulas e massa fresca e seca de plântulas e Índice de Velocidade de Germinação/Emergência. Realizou-se a análise de variância pelo teste F (5% de probabilidade) e os dados foram ajustados à regressão polinomial quando significativos pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. Foi possível observar que houve influência do armazenamento de frutos na germinação, emergência e crescimento das plântulas em função das concentrações de ácido giberélico. Assim, verifica-se que, no caso de sementes extraídas de frutos maduros de pitaya vermelha da polpa branca (*Hylocereus undatus*), quando semeadas nas condições do presente estudo, é necessário a utilização de GA₃ para incrementar a emergência e o vigor das plântulas, com doses ótimas variando entre 150 e 300 mg L⁻¹. No caso da necessidade em armazenar os frutos de pitaya para a posterior retirada de sementes, também nas mesmas condições de semeadura do presente estudo, observa-se que é necessária a utilização de GA₃, porém em doses maiores do que o observado no primeiro, sendo de, no mínimo, 500 mg L⁻¹.

Palavras-chave: *Hylocereus undatus* Haw.; armazenamento de frutos; regulador de crescimento; produção de mudas

3.1 INTRODUÇÃO

A pitaya vermelha da polpa branca (*Hylocereus undatus* Haw.), é uma frutífera pertencente à família *Cactaceae*, originada da América Tropical e Subtropical, considerada uma cultura promissora para o cultivo, devido ao aumento no consumo de

frutas exóticas, valor comercial, rusticidade e propriedades medicinais (MARQUES *et al.*, 2011; MOREIRA, 2012; RUTHS *et al.*, 2019).

Nesse sentido, a busca por frutos de qualidade e com elevado valor de mercado deve ser visada, sendo a produção de mudas o primeiro passo para tal (FERNANDES e COUTINHO, 2019), assim, o estudo para aprimorar esta etapa inicial torna-se de fundamental importância quando se busca novas técnicas para o incremento do cultivo e produção de pitaya.

Comercialmente, a propagação clonal assexuada é o modo preferido de reprodução em *Hylocereus* spp., geralmente usando estacas de caule (LE BELLEC, VAILLANT e IMBERT 2006) ou cultura *in vitro* (VIÑAS *et al.* 2012; HUA *et al.* 2015). No entanto, o uso de sementes é importante para o melhoramento convencional e conservação de recursos genéticos vegetais (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006; ORTIZ-HERNÁNDEZ; CARRILLO-SALAZAR, 2012).

Porém, pouca ou nenhuma informação está disponível sobre os fatores que afetam a germinação e o armazenamento de sementes de cacto, particularmente com sementes de plantas pertencentes ao gênero *Hylocereus* (SUÁREZROMÁN *et al.* 2012).

O método de reprodução sexuada proporciona a variabilidade genética necessária para a seleção de características desejáveis em um programa de melhoramento, além de possibilitar a investigação científica de fatores que afetam a biologia da germinação, bem como a preservação da diversidade dos recursos fitogenéticos e a conservação de espécies por meio de bancos de germoplasma (RUTHS *et al.*, 2019).

As pesquisas com sementes de pitaya têm sido realizadas para a caracterização propagativa da espécie, o que deve ser iniciado pelo estágio de maturação dos frutos, que pode influenciar na qualidade fisiológica das sementes e, conseqüentemente, na produção das mudas (SANTOS *et al.*, 2018). Apesar de ser considerado um fruto não climatérico (ORTIZ; TAKAHASHI, 2015), em condições de ambiente, deteriora-se com relativa facilidade, sendo que o período e a temperatura de armazenamento influenciam os processos fisiológicos do fruto, incrementando ou não a vida útil, (MAGAÑA *et al.*, 2006), podendo afetar também a qualidade fisiológica das sementes.

Aliado a este fato, o conhecimento do processo germinativo bem como de substâncias capazes de aperfeiçoá-lo, é de grande relevância nos estudos botânicos, em especial nesse campo da produção de mudas (NOBREGA *et al.*, 2018). Em vista desse aspecto, devido ao seu grande potencial na área comercial e agrônômica, trabalhos relacionados à influência do ácido giberélico (GA₃) têm aumentado significativamente nas últimas décadas, uma vez que promovem a germinação de sementes em várias espécies de plantas, estimulando seu crescimento (LOPES *et al.*, 2009). Informações como estas são de grande utilidade para programas de melhoramento, que fazem a seleção das melhores características fenotípicas e genotípicas da espécie para aumento da produtividade (ANDRADE *et al.*, 2008; LONE *et al.*, 2014).

Diante o exposto, objetivou-se avaliar a influência do uso de diferentes concentrações de ácido giberélico e do estágio de maturação de frutos na germinação de sementes, emergência e vigor de plântulas de pitaya vermelha da polpa branca (*Hylocereus undatus* Haw.), tendo em vista a qualidade fisiológica de mudas produzidas, a fim de subsidiar trabalhos de melhoramento genético e conservação da espécie.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Sementes do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia, da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – FEIS/UNESP, localizada no município de Ilha Solteira (SP).

Dividiu-se o experimento em duas etapas, de acordo com o estágio de maturação dos frutos dos quais as sementes foram extraídas para a instalação dos testes, sendo eles frutos maduros, adquiridos do mercado local, padronizados visualmente de acordo com sua coloração e consistência, seguindo o proposto por Magalhães (2017); e frutos em senescência, conservados à 10°C em BOD por 3 meses após o estágio anterior, quando apresentaram deterioração visível (MARQUES *et al.*, 2011).

Em ambas as etapas, a extração das sementes foi realizada por meio da abertura dos frutos, despulpamento mediante maceração com auxílio de uma peneira de malha de 2 mm e lavagem em água corrente, com subsequente imersão em água acrescida de hipoclorito de sódio à 2,5% para retirada da mucilagem remanescente. Posteriormente, as sementes foram acondicionadas sobre toalha de papel, à sombra, por um período de 48 horas para sua secagem.

As sementes secas coletadas foram imersas em soluções de ácido giberélico (GA₃) nas concentrações de 0, 50, 100 e 500 mg L⁻¹ por 5 minutos, sendo o controle imerso em água destilada pelo mesmo período. Depois de retirado o excesso da solução, prosseguiu-se a montagem dos testes.

3.2.1 Testes de Germinação

A semeadura foi realizada sobre uma folha de papel-filtro umedecida com água deionizada (controle) e os demais tratamentos umedecidas com a solução do próprio tratamento, em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do papel-filtro (BRASIL, 2009) e acondicionadas em caixas plásticas tipo gerbox com tampa, contendo 50 sementes cada. Em seguida, as caixas foram acomodadas em câmara de germinação em temperatura de 25°C, com subseqüentes reumedecimentos conforme necessidade.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com 4 tratamentos (3 concentrações de GA₃ + controle) contendo quatro repetições, considerando-se cada caixa gerbox uma repetição, sendo 50 sementes por repetição

Avaliou-se as seguintes variáveis:

- Primeira contagem (PC): computando-se o percentual de plântulas normais germinadas, aos 5 dias após semeadura, sendo consideradas plântulas normais aquelas que apresentaram potencial para continuar seu desenvolvimento e dar origem a plantas normais, utilizando-se, como critério, a emissão de parte aérea e sistema radicular desenvolvido (DRESCH *et al*, 2013). Unidade: %.

- Germinação (G): após a estabilização da geminação das sementes (no décimo dia após semeadura para sementes advindas de frutos maduros e trigésimo quinto dia após a semeadura para sementes advindas de frutos senescentes), avaliou-se a

contagem do número de plântulas germinadas, computando-se o percentual de plântulas normais utilizando a fórmula: $G(\%) = (N/50) \times 100$, sendo N o número de sementes germinadas no fim do teste. Unidade: %.

- Índice de velocidade de germinação (IVG): calculado pela fórmula $IVG = \sum (n_i / t_i)$, em que: n_i = número de sementes que germinaram no tempo 'i'; t_i = tempo após instalação do teste (MAGUIRE, 1962). Unidade: adimensional.

- Comprimento de plântulas: com medição de toda a extensão das plântulas (sistema radicular e parte aérea), por meio de uma régua graduada, a partir de 10 plântulas escolhidas aleatoriamente, provenientes do teste de germinação. Unidade: centímetros (cm).

- Massa fresca total: pesando-se as 10 plântulas inteiras, descritas anteriormente, em balança de precisão de 0,001 g (1 mg), obtendo-se a massa fresca total de cada tratamento, expresso em gramas.

3.2.2 Testes de Emergência

Após realizadas as análises descritas, realizou-se a instalação dos testes de emergência. Um segundo lote de sementes secas extraídas dos frutos maduros e dos frutos senescentes foram imersas em soluções de ácido giberélico (GA_3) nas concentrações de 0, 50, 100 e 500 mg L⁻¹ por 5 minutos, sendo a controle imersa em água destilada pelo mesmo período. Depois de retirado o excesso da solução, prosseguiu a montagem dos testes.

No Laboratório de Sementes do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia, da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – FEIS/UNESP, em bandejas plásticas contendo substrato caseiro do tipo terra vegetal, foram semeadas 60 sementes de cada tratamento, umedecidas manualmente sempre que necessário.

Aos 15 dias após a semeadura até a estabilidade de emergência das plântulas, que se deu aos 35 dias após a semeadura, realizou-se as seguintes avaliações:

- Emergência (E): a cada 7 dias, computando-se o percentual de plântulas normais utilizando a fórmula: $E(\%) = N/60 \times 100$, sendo N o número de sementes emergidas no fim do teste. Unidade: %.

- Índice de velocidade de emergência (IVE): calculado pela fórmula $IVE = \sum (n_i / t_i)$, em que: n_i = número de sementes que emergiram no tempo 'i'; t_i = tempo após instalação do teste; $i = 1 \rightarrow 35$ dias (MAGUIRE, 1962). Unidade: adimensional.

- Comprimento de plântulas: com medição de toda a extensão das plântulas (sistema radicular e parte aérea), por meio de uma régua graduada, a partir de 5 plântulas, escolhidas aleatoriamente, provenientes do teste de emergência. Unidade: centímetros (cm)

- Massa fresca de plântula: pesando-se as 5 plântulas inteiras, previamente descritas, em balança de precisão de 0,001 g (1 mg), obtendo-se a massa fresca de plântula de cada tratamento, expresso em gramas plântula⁻¹.

- Massa seca de plântula: A massa seca foi obtida a partir das 5 plântulas secas de cada tratamento e repetição, em estufa regulada a 60°C, por 48 horas, até obter-se a massa seca constante, medida em balança analítica de precisão (0,0001 g), com os resultados expressos em gramas plântula⁻¹.

Após análise de variância (ANAVA), as médias obtidas foram agrupadas por meio do teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando o software estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2014). Quando encontrada diferença significativa entre os tratamentos, os dados foram ajustados à regressão polinomial de segunda ordem.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Testes de Germinação

A análise de variância dos dados obtidos com as variáveis estudadas das sementes extraídas de frutos maduros está representada a seguir, na Tabela 1, onde pode-se observar que não houve diferença estatística entre os tratamentos.

Tabela 1. Análise de variância para primeira contagem de plântulas germinadas aos 5 dias após semeadura, número de plântulas normais aos 10 dias após semeadura, comprimento de plântula, massa fresca total de plântulas e Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de pitaya vermelha da polpa branca (*Hylocereus undatus*) submetidas a diferentes doses de ácido giberélico (GA₃), extraídas de frutos maduros. Ilha Solteira – SP, 2020.

| Fonte de Variação | Primeira Contagem (5 dias) | Número de Plântulas Normais (10 dias) | Comprimento de Plântula (cm) | Massa Fresca Total (g) | IVG |
|----------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------------------|------------------------|
| Tratamento | Quadrado Médio | | | | |
| | 8.416667 ^{NS1} | 1.729167 ^{NS1} | 0.515722 ^{NS} | 0.080245 ^{NS} | 0.268958 ^{NS} |
| Doses (mg L⁻¹) | Médias | | | | |
| 0 | 35.50 | 41.75 | 2.234 | 0.788 | 11.275 |
| 50 | 33.75 | 43.25 | 2.965 | 1.075 | 11.075 |
| 100 | 35.00 | 42.00 | 2.949 | 1.086 | 11.200 |
| 500 | 37.25 | 42.25 | 2.956 | 1.048 | 11.675 |
| CV% | 5.56¹ | 7.96¹ | 26.56 | 18.78 | 4.87 |
| Média | 35.38 | 42.31 | 2.78 | 1.00 | 11.31 |

Nota: ^{NS} Não significativo pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. Letras diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si. ¹valores transformados pela equação $\sqrt{x + 0,5}$. Fonte: Próprio autor.

Para a contagem inicial, aos 5 dias após a semeadura (DAS), pode-se observar que a porcentagem média de germinação foi de 71,6% (correspondente a 35.38 plântulas) e que a média geral de experimento para a porcentagem de germinação final, aos 10 DAS, foi de aproximadamente 85% correspondente a 42.31 plântulas), sendo que para o tratamento controle, que apresentou o menor valor para a última, foi de 83,5%, não diferindo estatisticamente dos demais tratamentos.

Alves *et al.* (2011), avaliando o efeito dos substratos no desempenho germinativo de sementes pitaya vermelha da polpa branca (*Hylocereus undatus* Haw.), sob diferentes temperaturas, concluíram que o teste de germinação de sementes dessa espécie de pitaya deve ser realizado à temperatura constante de 25°C em rolo de papel, com contagens inicial e final aos cinco e dez dias após a semeadura, respectivamente, encontrando valor de 60% e 85% de germinação, corroborando com os dados obtidos no presente estudo. Também, de acordo com Junqueira *et al.* (2002), avaliando a germinação de sementes de *Selenicereus setaceus*, uma outra espécie de pitaya, em função da temperatura, encontraram valores que variaram de 70 a 95%.

De acordo com Popinigis (1985) e Carvalho e Nakagawa (2000), a fase de máxima qualidade das sementes coincide com o ponto de maturação fisiológica, onde são máximos a germinação e o vigor, corroborando com os dados encontrados no presente estudo, uma vez que não houve diferença estatística significativa entre as concentrações de GA₃ na germinação das sementes de pitaya branca extraídas de frutos maduros e que a porcentagem de germinação está de acordo com demais trabalhos nesta linha de pesquisa.

Porém, o mesmo não pode ser observado com sementes extraídas de frutos senescentes, cuja análise de variância e valores médios das variáveis avaliadas encontra-se, a seguir, na Tabela 2.

Tabela 2. Análise de variância e médias para primeira contagem de plântulas germinadas aos 5 dias após semeadura, número de plântulas normais aos 10 dias após semeadura, comprimento de plântula, massa fresca total de plântulas e Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de pitaya vermelha da polpa branca (*Hylocereus undatus*) submetidas a diferentes doses de ácido giberélico (GA₃), extraídas de frutos em senescência. Ilha Solteira – SP, 2020.

| Fonte de Variação | Primeira Contagem (5 dias) | Contagem aos 10 dias | Número de Plântulas Normais (35 dias) | Comprimento de Plântula (cm) | Massa Fresca Total (g) | IVG |
|----------------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------------------|------------------------|
| Tratamento | Quadrado Médio | | | | | |
| | 0.496637 ^{NS1} | 0.660024 ^{NS1} | 0.147681* ¹ | 0.911283 ^{NS} | 0.082789* | 5.844651 ^{NS} |
| Doses (mg L⁻¹) | Médias | | | | | |
| 0 | 23.70 | 29.10 | 39.50 b | 3.25 | 1.99 c | 8.778 |
| 50 | 22.80 | 28.80 | 43.25 ab | 3.21 | 2.08 b | 8.676 |
| 100 | 29.70 | 37.20 | 45.50 a | 3.09 | 2.28 a | 10.960 |
| 500 | 21.90 | 26.70 | 43.25 ab | 3.34 | 1.96 d | 8.286 |
| CV% | 11.27¹ | 10.37¹ | 3.23 | 9.91 | 0.01 | 18.55 |
| Média | 24.53 | 30.45 | 42.88 | 3.22 | 2.074 | 9.175 |

Nota: * Significativo e ^{NS} Não significativo pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. Letras diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si. ¹Valores transformados pela equação $\sqrt{x + 0,5}$. Fonte: Próprio autor.

Comparando-se o estágio de maturação dos frutos, nota-se que a germinação aos 10 dias, que é o tempo ideal para avaliação da porcentagem de germinação final de sementes de pitaya vermelha da polpa branca em sementes, advinda de frutos

maduros é superior àquelas advindas de frutos armazenados, em senescência, com médias gerais de 85% e 60,9% (correspondente a 30.45 plântulas), respectivamente. Considerando-se que nesse caso a germinação ocorreu mais lentamente, houve necessidade de ampliação do período do teste de germinação, que se deu aos 35 dias, quando a germinação das sementes cessou e sua porcentagem de germinação atingiu 85,8%, aproximando-se do valor encontrado na primeira etapa do experimento.

Frutos senescentes, pelo alto teor de açúcares presentes na polpa tendem a entrar em processo de fermentação natural, a qual é o método mais utilizado para a remoção da mucilagem durante o processo de extração de sementes (CRUZ *et al.*, 2016; COGO, 2017; BEZERRA *et al.*, 2015). Entretanto, diversos trabalhos têm demonstrado que, caso o tempo de fermentação natural seja prolongado, podem ocorrer transformações bioquímicas que alteram a composição química das sementes, ocasionando prejuízos a sua qualidade e afetando a porcentagem de germinação, como consequência, aumentando a anormalidade das plântulas (LIMA *et al.*, 2009; AVALLONE *et al.*, 2001; PEREIRA; DIAS, 2000).

Aliado a necessidade de maior tempo para a análise de porcentagem de germinação, pode-se observar que a utilização do ácido giberélico para o tratamento dessas sementes advindas de frutos em senescência proporcionou diferença estatísticas entre as concentrações avaliadas quanto ao número de plântulas normais, com médias entre 39,50 (controle) e 45,50 (100 mg L⁻¹), correspondendo a uma porcentagem de germinação de 79% e 91%, corroborando com os resultados de Lopes *et al.* (2009), que também observaram aumento na germinação de sementes de mamão com a utilização de ácido giberélico, com os maiores resultados obtidos nas concentrações entre 250 e 500 mg L⁻¹.

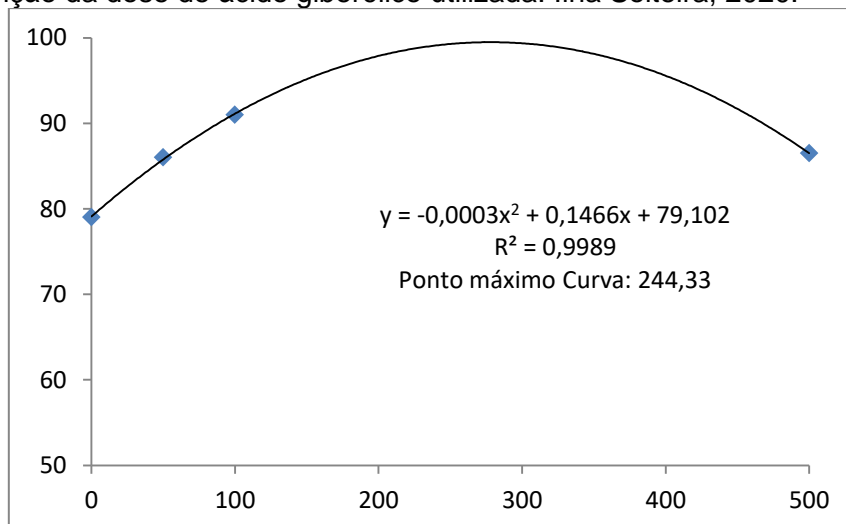
Resultados semelhantes foram encontrados por Santos *et al.* (2016) que obtiveram maior crescimento inicial de *Passiflora* spp. após imersão das sementes em solução de GA₃. Também, Bernardes *et al.* (2008) observaram que a utilização de GA₃, nas concentrações estudadas (água destilada, 75, 150, 300 e 600 mg L⁻¹), proporcionou maior porcentagem de germinação e menor tempo médio de emergência das plântulas de pequi. Paixão *et al.* (2019) observaram, em sementes de acácia amarela, 100% de

germinação quando submetidas a GA₃ 3.000 mg L⁻¹ por 30 minutos, doses e tempo de embebição expressivamente maiores daqueles utilizados no presente estudo.

Ainda sobre a porcentagem final de germinação, nesse caso, aos 35 dias, verifica-se que foi possível o ajuste de curva de regressão com efeito quadrático significativo e coeficiente de determinação (R²) de 99,89%, indicando que, apesar de os maiores valores terem sido observados com a dose de 100 mg L⁻¹, uma dose ótima para tal variável seria de, aproximadamente 245 mg L⁻¹, como pode ser visualizado na Figura 1.

O ácido giberélico promove a germinação das sementes e influencia no metabolismo proteico, atuando no controle da hidrólise do tecido de reserva do embrião, que em concentrações adequadas nas sementes proporciona o alongamento celular, o que induz a raiz primária a romper os tecidos que dificultam o seu crescimento (TAIZ; ZEIGER, 2013). Do mesmo modo, as giberelinas influenciam no metabolismo proteico atuando na síntese de enzimas que enfraquecem os tegumentos, envolvido no alongamento celular e protrusão da raiz primária (BEWLEY; BLACK, 1994).

Figura 1. Porcentagem de germinação, aos 35 dias após a sementeira, de sementes de pitaya vermelha da polpa branca extraídas de frutos em estágio de senescência, em função da dose de ácido giberélico utilizada. Ilha Solteira, 2020.



Fonte: Próprio autor.

De acordo com Oliveira *et al.* (2010), estudando os efeitos de GA₃ em *Annona cherimola* Mill x *Annona squamosa* L. e Lopes *et al.* (2009), analisando concentrações

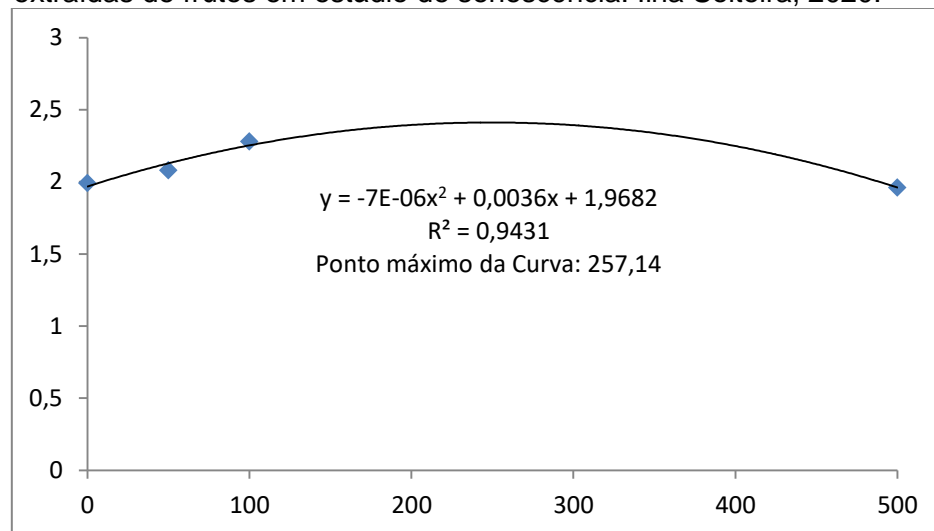
crecentes de GA₃ em mamoeiro, ambos obtiveram resultados satisfatórios em relação à ao vigor de plântulas. Santos *et al.* (2016), que observaram que as sementes imersas em solução de ácido giberélico nas concentrações de 500 e 1.000 mg L⁻¹ apresentaram maior vigor de plântulas de *P. alata* Curtis., corroborando com os dados obtidos. Além disso, as giberelinas contrabalançam a inibição imposta pelo ácido abscísico, provocando um aumento endógeno de GA₃, que torna evidente sua participação na superação da dormência das sementes, contribuindo para uma melhor qualidade fisiológica da plântula (CARVALHO *et al.*, 2012).

Similarmente, Santos *et al.* (2013), que avaliaram a germinação de sementes e vigor de plântulas de maracujazeiro amarelo, concluíram que há efeito benéfico no vigor das plântulas com o uso do ácido giberélico em concentrações entre 128,0 e 160,0 mg L⁻¹. Fávaris *et al.* (2017), observaram também que sementes tratadas com ácido giberélico na concentração de 500 mg L⁻¹ apresentaram as maiores médias para comprimento de parte aérea, massa fresca e seca da plântula, evidenciando a especificidade de cada cultura.

Ainda sobre a variável massa fresca de plântula, verifica-se que foi possível o ajuste de curva de regressão com efeito quadrático significativo e coeficiente de determinação (R²) de 94,31%, indicando que uma dose ótima para tal variável seria de, aproximadamente 257 mg L⁻¹, como pode ser visualizado na Figura 2.

Assim, o presente trabalho evidencia que há influência no estágio de maturação dos frutos de pitaya vermelha da polpa branca para retirada de sementes em relação à qualidade das plântulas, permitindo concluir que a utilização de sementes extraídas de frutos maduros, sem fermentação, é mais apropriado para este fim; entretanto, caso seja necessário o armazenamento dos frutos para a posterior retirada das sementes, o tratamento com ácido giberélico é recomendado, pois o mesmo promove incremento na porcentagem de germinação final e número de plântulas normais na germinação de sementes de pitaya, bem como no vigor de plântula, com aumento na sua massa fresca total.

Figura 2. Massa fresca total de plântulas (g) de pitaya (*Hylocereus undatus*) oriundas de sementes tratadas com diferentes concentrações de ácido giberélico (GA₃), extraídas de frutos em estágio de senescência. Ilha Solteira, 2020.



Fonte: Próprio autor.

3.3.2 Testes de Emergência

Após os testes de germinação, prosseguiu-se os testes de emergência, cuja análise de variância dos dados obtidos com as variáveis estudadas das sementes extraídas de frutos maduros está representada na Tabela 3, onde pode-se observar que, exceto para o Índice de Velocidade de Emergência (IVE), houve diferença estatística entre os tratamentos para todas as variáveis analisadas, evidenciando que, para tal teste, diferentemente do teste de germinação, o uso de ácido giberélico mostrou-se influenciável.

Tabela 3. Análise de variância e valores médios para primeira contagem de plântulas emergidas aos 15 dias após semeadura, número de plântulas normais aos 35 dias após semeadura, comprimento de plântula, massa fresca de plântulas, massa seca de plântula e Índice de Velocidade de Emergência (IVE) de sementes de pitaya vermelha da polpa branca (*Hylocereus undatus*) submetidas a diferentes doses de ácido giberélico (GA₃), extraídas de frutos maduros. Ilha Solteira – SP, 2020.

| Fonte de Variação | Primeira Contagem aos 15 dias | Número de Plantas Normais aos 35 dias | Comprimento de Plântula (cm) | Massa Fresca de Plântula (g) | Massa Seca de Plântula (g) | IVE |
|----------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------|
| Tratamento | Quadrado Médio | | | | | |
| | 2.423917* ¹ | 2.797057* ¹ | 0.911283* | 0.003427* | 0.000003* | 1.336649 ^{NS} |
| Doses (mg L⁻¹) | Médias | | | | | |
| 0 | 11.50 ab | 27.00 ab | 2.103 b | 0.178 b | 0.005050 b | 2.11 |
| 50 | 10.25 ab | 24.50 a | 2.965 a | 0.156 c | 0.005150 b | 1.91 |
| 100 | 14.50 a | 30.25 ab | 3.110 a | 0.209 a | 0.006125 a | 2.47 |
| 500 | 4.00 b | 12.75 b | 3.073 a | 0.143 d | 0.003975 c | 0.91 |
| CV% | 26.36¹ | 18.21¹ | 14.58 | 0.18 | 3.29 | 37.33 |
| Média | 10.0625 | 23.625 | 2.81 | 0.172 | 0.0051 | 1.851 |

Nota: * Significativo e ^{NS} Não significativo pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. Letras diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si. ¹Valores transformados pela equação $\sqrt{x + 0,5}$. Fonte: Próprio autor.

De maneira geral, ao final do período de avaliação (35 DAS), observa-se que a porcentagem de emergência de plântulas de pitaya vermelha da polpa branca foi inferior a porcentagem de germinação, nas mesmas condições de tratamentos, sendo ela de 39,37% (correspondente a 23,63 plântulas), fato este encontrado na literatura em testes de outras culturas, como Santana *et al.* (2010), que verificaram maiores valores entre os indivíduos de pau-santo no teste de germinação de sementes, em comparação ao teste de emergência de plântulas, justificando que, para determinar a qualidade fisiológica das sementes, o teste de germinação é o mais utilizado, sendo realizado em laboratório sob condições controladas de temperatura, substrato e luz, possibilitando que as sementes expressem o máximo poder germinativo sem que haja interferências externas indesejáveis (PIÑA-RODRIGUES *et al.*, 2004).

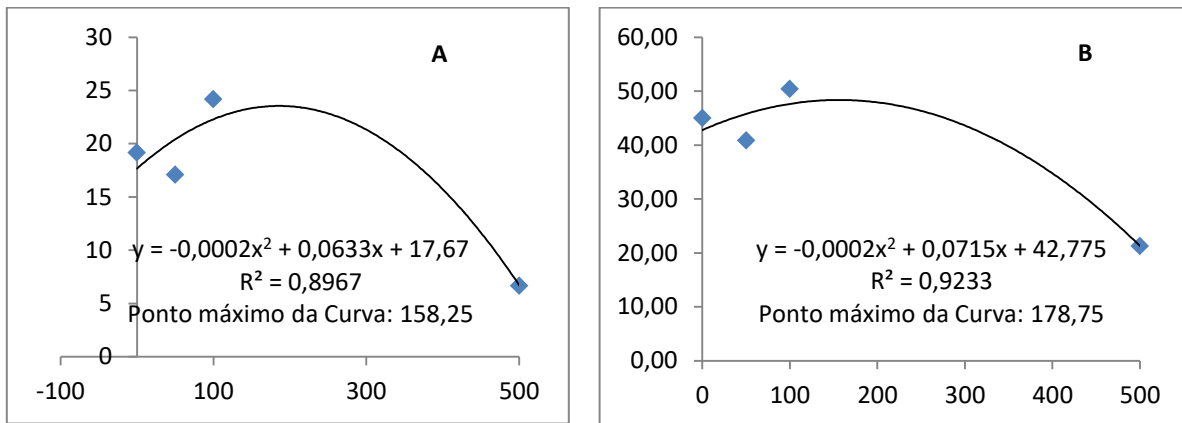
Por outro lado, o teste de emergência de plântulas não depende só da energia contida no endosperma ou nos cotilédones (HACKBART e CORDAZZO, 2003), mas também das características físicas do substrato, como estrutura, aeração, capacidade de retenção de água e grau de infestação de patógenos (ALBUQUERQUE *et al.*, 1998), além da temperatura, umidade, profundidade de semeadura e disponibilidade de oxigênio (SEVERINO *et al.*, 2005).

Entretanto, a porcentagem geral de emergência das plântulas não foi satisfatória quando comparada com os resultados encontrados por Lone (2014), que, após 30 dias da semeadura de sementes de pitaya vermelha da polpa branca, obtiveram 100% de emergência em substrato do tipo vermiculita, com os menores resultados obtidos em substrato do tipo casca de pínus (92%). Porém, Santos *et al.* (2018), avaliando diferentes estádios de maturação de sementes de pitaya vermelha da polpa branca, obtiveram valores de porcentagem de emergência entre 34 e 96%.

Segundo Silva *et al.* (2014), para as plântulas emergirem com vigor, é necessária a utilização de substratos que proporcionem porosidade adequada, ou seja, que facilitem o fornecimento de oxigênio e retenção de água, ambos de suma importância para a germinação e emergência das plântulas. O solo utilizado no experimento, por ser proveniente de compostagem caseira, pode não ter favorecido a germinação das sementes e a emergência das plântulas quando comparado a outros substratos testados na literatura.

Entretanto, independentemente do substrato utilizado, uma vez que todas as sementes se encontravam na mesma condição fisiológica, pode-se verificar que houve diferença estatística significativa tanto para a primeira contagem, aos 15 dias, quanto para a última contagem, aos 35 dias após a semeadura, em relação às diferentes concentrações de ácido giberélico, possibilitando o ajuste de curva de regressão com efeito quadrático significativo e coeficiente de determinação (R^2) de 89,67% e 92,33%, respectivamente, indicando que uma dose ótima para estas variáveis seria de, aproximadamente 158 e 179mg L⁻¹, como pode ser visualizado na Figura 3.

Figura 3. Porcentagem de emergência aos 15 (A) e aos 35 (B) dias após a semeadura de sementes de pitaya vermelha da polpa branca extraídas de frutos maduros, em função da dose de GA₃ utilizada. Ilha Solteira, 2020.



Fonte: Próprio autor.

Santos *et al.* (2016), trabalhando com a influência de doses de GA₃ na emergência de plântulas de diferentes espécies de maracujá, observaram que a concentração de 500 mg L⁻¹ proporcionou maior emergência de plantas de *P. alata* (70,26%), enquanto em *P. setacea* a melhor resposta foi decorrente da aplicação de 1.000 mg L⁻¹, com 60,60%. Em *P. gibertii*, a concentração de 250 mg L⁻¹, também proporcionou melhor emergência estimada das sementes (81,70%), concluindo que, apesar da expressiva variação de efeitos das concentrações de GA₃ sobre as variáveis biométricas em cada espécie avaliada, de modo geral o crescimento inicial relacionou-se diretamente à concentração aplicada.

Como, aos 35 DAS, observou-se 50,42% de emergência das plântulas provenientes de sementes tratadas com 100 mg L⁻¹ e, a fins de esmero, a contagem de emergência foi continuada por um período de 70 dias; entretanto, não houve diferença entre a porcentagem de emergência entre as contagens dos 35 DAS, mantendo-se os 50% de emergência, inviabilizando a tempo sobressalente de avaliação.

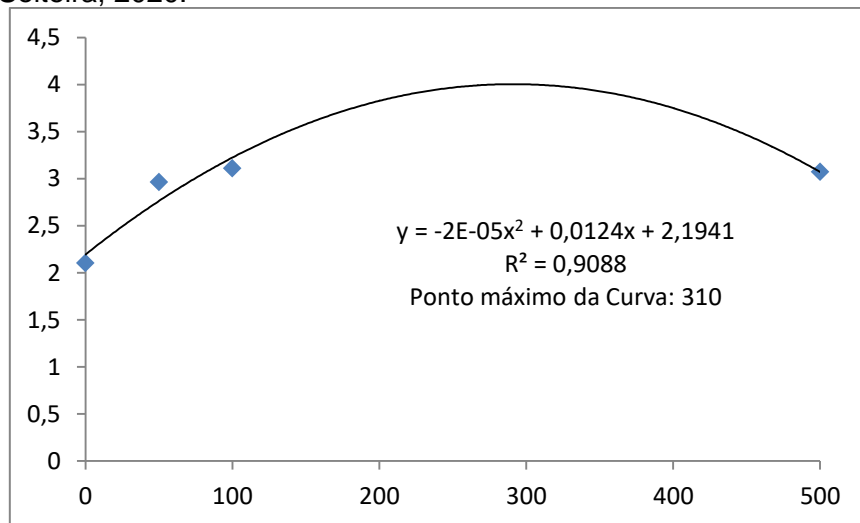
Com relação ao Índice de Velocidade de Emergência (IVE), observou-se valores entre de 2,47 e 0,91 e, segundo Rodrigues *et al.* (2019), quanto maior o índice, mais rápida a germinação, o que é uma grande vantagem em se tratando de produção de mudas. Santos *et al.* (2018), em teste de germinação e emergência de sementes da

pitaya, encontraram valores de IVE entre 2,73 e 12,39, se assemelhando aos valores do presente trabalho no menor valor daquele. Já Lone (2014), encontrou valores de IVE entre 6,44 e 17,85 em sementes de pitaya semeadas em diferentes substratos.

Com relação à qualidade fisiológica das plântulas, pode-se observar que todas as variáveis analisadas (comprimento, massa fresca e massa seca de plântula) sofreram influência das doses de GA₃ utilizadas para o tratamento das sementes.

Para a variável comprimento de plântula, Barbosa *et al.* (2014) verificaram o maior comprimento de plântula de pitaya (2,15 cm) quando submetidas a temperatura ambiente de 25°C, corroborando com o resultado do tratamento controle observado no presente estudo (2,1 cm), o qual diferiu estatisticamente dos demais tratamentos, indicando uma correlação positiva entre o uso do regulador vegetal em questão com o vigor da plântula, o que permitiu o ajuste de curva de regressão com efeito quadrático significativo e coeficiente de determinação (R²) de 90,88%, indicando que uma dose ótima para estas variáveis seria de 310mg L⁻¹, como pode ser visualizado na Figura 4.

Figura 4. Comprimento de plântulas (cm) de pitaya vermelha da polpa branca provenientes de sementes extraídas de frutos maduros, em função da dose de GA₃ utilizada. Ilha Solteira, 2020.

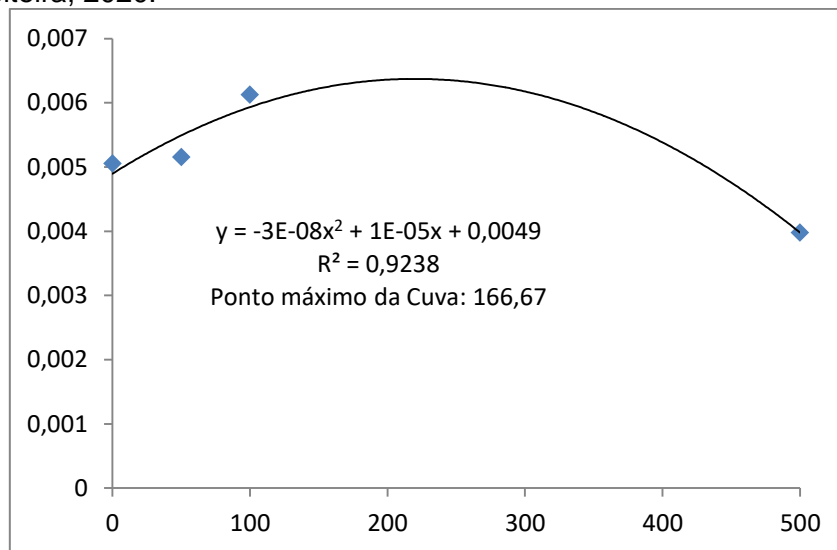


Fonte: Próprio autor.

Para as massas fresca e seca, porém, apesar de efeito positivo na aplicação de GA₃ nas sementes, observa-se menores valores no tratamento com dose de 500mg L⁻¹

(0,143 e 0,003975 g/plântula, respectivamente), sendo os maiores valor encontrados novamente na concentração de 100mg L⁻¹ (0,209 e 0,006125 g/plântula). Os mesmos autores citados acima, no caso da matéria seca, nas mesmas condições do maior valor de comprimento de plântula de pitaya (temperatura de 25°C) encontraram o maior valor de 0,0062 g plântula⁻¹; porém, apesar de o mesmo valor ter sido encontrado no presente estudo, o mesmo se deu a partir de plântulas emergidas de sementes tratadas com 100mg L⁻¹ de GA₃, indicando influência do regulador sobre esta variável, o que possibilitou o ajuste de curvas de regressão com efeito quadrático significativo, entretanto, apenas para a massa seca de plântula, com coeficiente de determinação satisfatório (R²) de 92,38%, indicando que uma dose ótima para estas variáveis seria de 167mg L⁻¹, aproximadamente, como pode ser visualizado na Figura 5.

Figura 5. Massa seca (g) de plântulas de pitaya vermelha da polpa branca provenientes de sementes extraídas de frutos maduros, em função da dose de GA₃ utilizada. Ilha Solteira, 2020.



Fonte: Próprio autor.

Já para os testes de emergência das sementes extraídas de frutos de pitaya vermelha da polpa branca em senescência, a análise de variância dos dados obtidos com as variáveis estudadas está representada a seguir, na Tabela 4, demonstrando que, com exceção da variável comprimento de plântula, as demais variáveis apresentaram diferença estatística significativa em relação aos tratamentos com GA₃.

Tabela 4. Análise de variância e valores médios para primeira contagem de plântulas emergidas aos 15 dias após semeadura, número de plântulas normais aos 35 dias após semeadura, comprimento de plântula, massa fresca de plântulas, massa seca de plântula e Índice de Velocidade de Emergência (IVE) de sementes de pitaya vermelha da polpa branca (*Hylocereus undatus*) submetidas a diferentes doses de ácido giberélico (GA₃), extraídas de frutos em senescência. Ilha Solteira – SP, 2020.

| Fonte de Variação | Primeira Contagem aos 15 dias | Número de Plântulas Normais aos 35 dias | Comprimento de Plântula (cm) | Massa Fresca de Plântula (g) | Massa Seca de Plântula (g) | IVE |
|----------------------------------|-------------------------------|---|------------------------------|------------------------------|----------------------------|--------------|
| Tratamento | Quadrado Médio | | | | | |
| | 0.484861* ¹ | 1.179702* ¹ | 0.852292 ^{NS} | 0.0073* | 0.000013* | 0.054244* |
| Doses (mg L⁻¹) | Médias | | | | | |
| 0 | 8.01 d | 18.08 d | 2.825 | 0.1529 d | 0.0041 c | 1,43 c |
| 50 | 11.01 b | 26.01 b | 3.475 | 0.1975 c | 0.0067 b | 2,03 b |
| 100 | 9.013 c | 21.013 c | 2.675 | 0.2037 b | 0.0080 a | 1,65 c |
| 500 | 13.08 a | 30.01 a | 3.600 | 0.2572 a | 0.0080 a | 2,37 a |
| CV% | 0.15¹ | 0.08¹ | 16.53 | 0.41 | 2.52 | 0.23 |
| Média | 10.28 | 23.78 | 3.14 | 0.203 | 0.00668 | 1.871 |

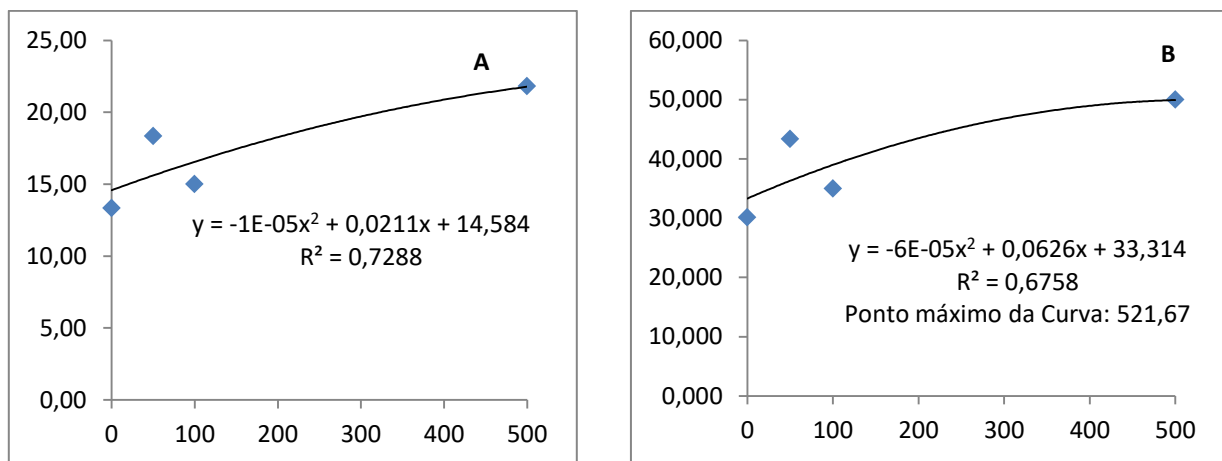
Nota: * Significativo e ^{NS} Não significativo pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. Letras diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si. ¹Valores transformados pela equação $\sqrt{x + 0,5}$. Fonte: Próprio autor.

Iniciando-se pelos dados de primeira contagem de plântulas emergidas, aos 15 DAS, pode-se observar que houve uma influência com o tratamento com o GA₃, com os maiores valores encontrados no tratamento com dose de 500mg L⁻¹ de GA₃, enquanto o menor valor foi encontrado no tratamento controle, diferindo do teste anterior, com sementes extraídas de frutos maduros (Figura 6). Porém, em termos gerais, a média inicial de ambos experimentos foi semelhante, variando entre 16 e 17 %.

Já para a porcentagem final de emergência, aos 35 DAS, verifica-se que, apesar de as médias gerais também serem semelhantes entre os experimentos (fruto maduro x fruto senescente), sendo de 38,75% para o primeiro e de 39,63% para o segundo, no caso em questão, observa-se que o maior valor (50%) se deu no tratamento com dose de GA₃ de 500mg L⁻¹, indicando mais uma vez que o armazenamento do fruto influencia no vigor da sementes, sendo necessário, para este caso, uma dose maior do regulador vegetal para atingir as mesmas porcentagem de emergência de plântulas.

Para estas variáveis, no caso de sementes extraídas de frutos em senescência, a partir dos dados obtidos, foi possível ajustá-los à curva de regressão com efeito quadrático, indicando que uma dose mínima para incrementar a emergência seria acima da dose máxima utilizado no presente estudo, que foi de 500mg L⁻¹, como pode ser visualizado na Figura 6.

FIGURA 6. Porcentagem de emergência de plântulas de pitaya branca aos 15 (A) e aos 35 (B) dias após a semeadura, quando extraídas de frutos senescentes. Ilha Solteira, 2020.

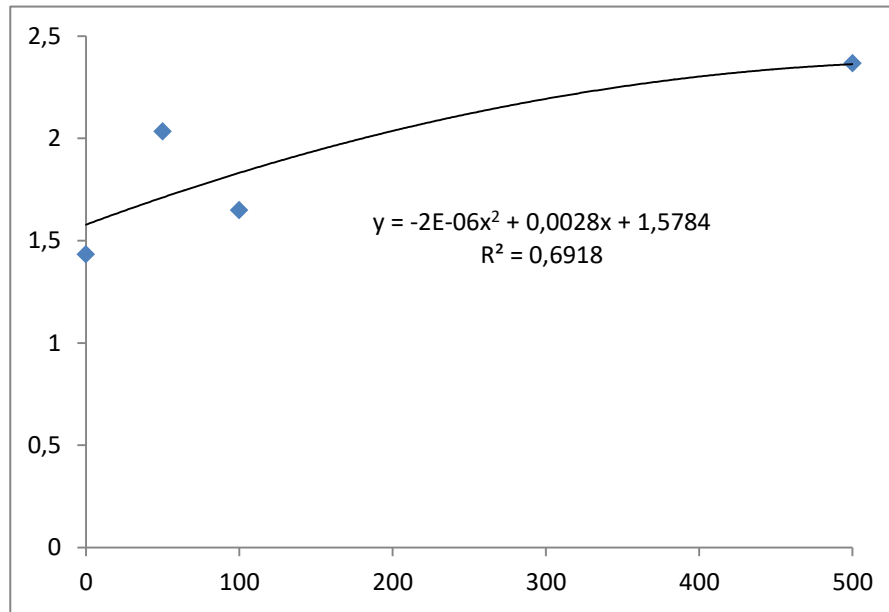


Fonte: Próprio autor.

No caso do Índice de Velocidade de Emergência (IVE), diferindo do primeiro teste de emergência, com sementes extraídas de frutos de pitaya maduros, observa-se que houve interferência das doses de GA₃ utilizadas, com diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos, apresentando o menor valor de índice, entretendo, verificado no tratamento controle (1,43) e o maior valor obtido na dose de 500 mg L⁻¹ de GA₃ (2,37), obtendo-se média experimental de 1,87, basicamente a mesma média obtida no primeiro experimento de teste, que foi de 1,85, demonstrando mais uma vez que a utilização do ácido giberélico em doses elevadas, no caso de sementes extraídas de frutos de pitaya senescentes é recomendada, sendo possível ajustar os valores de IVE a curva de regressão polinomial de segunda ordem, com R² igual a 69,18%, indicando que uma dose mínima para incrementar a emergência seria acima da dose

máxima utilizado no presente estudo, que foi de 500mg L^{-1} , como pode ser visualizado na Figura 7.

FIGURA 7. Índice de Velocidade de Emergência plântulas de pitaya vermelha da polpa branca de sementes extraídas de frutos senescentes. Ilha Solteira, 2020.



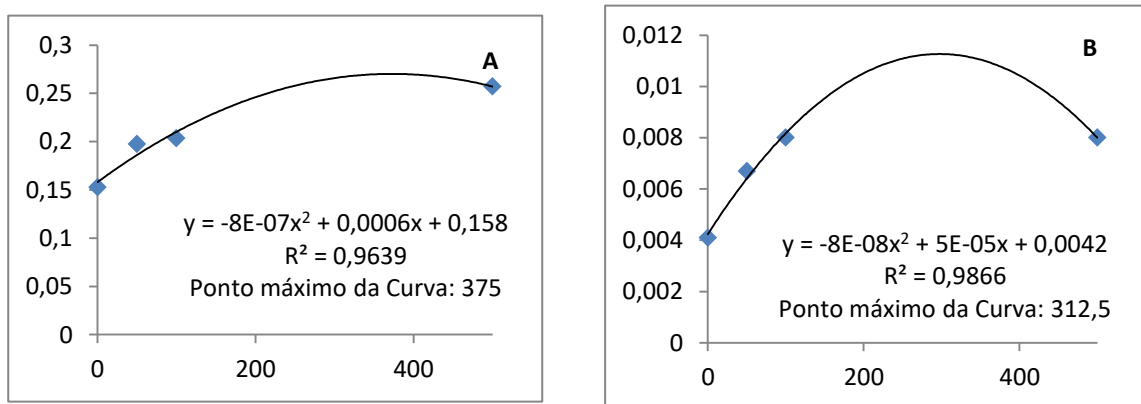
Fonte: Próprio autor.

Ao mesmo tempo em que a fermentação natural de frutos em senescência pode ser prejudicial à germinação das sementes, com aumento na porcentagem de plântula anormais (OSIPI *et al*, 2011), em testes laboratoriais, pode também ser benéfica para a emergência de plântulas, pois, há a degradação do arilo e do tegumento da semente, facilitando a embebição (BASKIN e BASKIN, 2005).

A embebição é fundamental para a germinação porque permite a retomada da atividade metabólica do embrião, contribuindo para os processos de mobilização e assimilação de reservas e crescimento subsequente (MARCOS FILHO, 2005), influenciando também no comprimento, massa fresca e massa seca das plântulas, variáveis estas que obtiveram os maiores valores também na maior concentração utilizada de GA_3 (500mg L^{-1}).

Dentre as variáveis citadas, observa-se influência estatisticamente significativa das doses utilizadas de GA_3 para as massas fresca e seca de plântulas, indicando que o aumento da concentração do regulador no tratamento das sementes, no presente caso, é diretamente proporcional aos maiores valores, sendo eles de 0.2572 e 0.0080g, respectivamente. Já os menores valores dessas variáveis foram encontrados no tratamento controle, sendo eles 0.1529 e 0.0041g, respectivamente. Assim, a partir dos dados obtidos de ambas as variáveis, foi possível ajustá-los a curva de regressão com efeito quadrático, indicando que uma dose ideal para incrementar a emergência seria, no mínimo, 312 mg L^{-1} , como máxima de 375 mg L^{-1} , como pode ser visualizado na Figura 8.

Figura 8. Massa fresca (A) e Massa seca (B) de plântulas de pitaya vermelha da polpa branca provenientes de sementes extraídas de frutos senescentes. Ilha Solteira, 2020.



Fonte: Próprio autor.

Em relação ao primeiro teste de emergência, é possível observar que, tanto a média geral da massa fresca de plântula e a média geral da massa seca de plântula, foram superiores no teste em questão, com valores de 0.172 e 0.0051g, respectivamente, para o primeiro, e 0.203 e 0.00668g, respectivamente, para o segundo, reafirmando a influência da embebição das sementes na emergência e vigor de plântulas.

3.4 CONCLUSÃO

Assim, verifica-se que, no caso de sementes extraídas de frutos maduros de pitaya vermelha da polpa branca (*Hylocereus undatus* Haw.), quando semeadas nas condições do presente estudo, é necessário a utilização de GA₃ para incrementar a emergência e o vigor das plântulas, com doses ótimas variando entre 150 e 300 mg L⁻¹. No caso da necessidade em armazenar os frutos de pitaya para a posterior retirada de sementes, também nas mesmas condições de semeadura do presente estudo, observa-se que, em síntese, é necessária a utilização de GA₃, porém em doses maiores do que o observado no primeiro, sendo de, no mínimo, 500 mg L⁻¹.

3.5 AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela bolsa de mestrado concedida à autora (Processo Número 2018/01671-0) e às Faculdades de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP) e de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena (FCAT/UNESP).

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, M. C. F. E.; RODRIGUES, T. J. D.; MINOHARA, L.; TEBALDI, N. D. SILVA, L. M. M. Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de saguaraji (*Colubrina glandulosa* Perk. - Rhamnaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 20, n. 2, p.346-349, 1998.
- ALVES, C. Z.; GODOY, A. R.; CORRÊA, L. S. Adequação da metodologia para o teste de germinação de sementes de pitaia vermelha. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 5, p. 779-784, 2011.
- ANDRADE, R. A.; OLIVEIRA, I. V. M.; SILVA, M. T. H.; MARTINS, A. B. G. Germinação de pitaia em diferentes substratos. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 1, p. 71-75, 2008.
- AVALLONE, S.; GUYOT, B.; BRILLOUET, J.; OLGUIN, E, GUIRAUD, J. Microbiological and biochemical study of coffee fermentation. **Current Microbiology**, New York, v. 42, p. 252-256, 2001.
- BARBOSA, J. L. R.; AGUIAR, A. C. M.; DAVID, A. M. S. S.; JUNIOR-OLIVEIRA, J. L.; NETA-ALMEIDA, M. N.; GOMES, A. G. O.; SOUZA, R. M. Vigor de plântulas de pitaya (*Hylocereus undatus*) sob diferentes temperaturas e umidade do substrato. **8º Fórum FEPEG**, 2014.
- BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. Seed dormancy in trees of climax tropical vegetation types. **Tropical Ecology**, Varanasi, v. 46, n.1, p. 17-28, 2005.
- BERNARDES, T. G.; NAVES, R. V.; REZENDE, C. F. A.; BORGES, J. D.; CHAVES, L. J. Propagação sexuada do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) estimulada por ácido giberélico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Brasília, DF, v. 38, n. 2, p. 71-77, 2008.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds. Physiology of development and germination**. 2. ed. New York: Plenum, 1994. 445 p.
- BEZERRA, A. K. D.; SILVA, G. Z.; NASCIMENTO, L. C.; BRUNO, R. L. A.; MEDEIRO, J. G. F. Extração de mucilagem em semente de *Genipa americana* L. visando o potencial fisiológico. **Revista Ciência Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 46, n. 4, 2015.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. p. 399.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, p. 419, 2000.

CARVALHO, M. A. F.; PAIVA, R.; VARGAS, D. P.; PORTO, J. M. P.; HERRERA, R. C.; STEIN, V. C. Germinação in vitro de *Passiflora gibertii* N. E. Brown com escarificação mecânica e ácido giberélico. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 1027-1032, 2012.

COGO, F. D. Germinação de sementes de café em função do período de fermentação. **43º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras**, 2017.

CRUZ, D. C. **Germinação de sementes de *Passiflora tenuifila* Killip e *Passiflora setacea* DC. e cultura in vitro de *Passiflora tenuifila* (Passifloraceae)**. 2016. (Monografia da Graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2016.

DRESCH, D. M.; SCALON, S. P. Q.; MASETTO, T. E.; VIEIRA, M. C. Germinação e vigor de sementes de gabioba em função do tamanho do fruto e semente. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Brasília, DF, v. 43, n. 3, p. 262-271, 2013.

FÁVARIS, N. A. B.; FREITAS, A. R.; CABANEZ, P. A.; MONTEIRO, C. B.; DAMASCENA, A. P.; ALEXANDRE, R. S.; LOPES, J. C. Métodos químicos para superação de dormência em sementes de maracujazeiro doce. **XXI Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XVII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e VII Encontro de Iniciação à Docência – Universidade do Vale do Paraíba**, 2017.

FERNANDES, A. C.; COUTINHO, G. Nitrogênio no desenvolvimento inicial de mudas de pitaya vermelha. **Global Science Technology**, [s. l.], v. 12, n. 3, p. 32-43, 2019.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

HACKBART, V. C. S.; CORDAZZO, C. V. Ecologia das sementes e estabelecimento das plântulas de *Hydrocotyle bonariensis* Lam. **Atlântica**, Rio Grande, v. 25, n. 1, p. 61-65, 2003.

HUA, Q. ; CHEN, P. ; LIU, W. ; MA, Y. ; LIANG, R. ; WANG, L.; WANG, Z. ; HU, G.; QIN, Y. -A protocol for rapid in vitro propagation of genetically diverse pitaya. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)**, Dordrecht, v.120, n.2, p.741-745, 2015.

JUNQUEIRA, K. P.; JUNQUEIRA, N. T. V.; RAMOS, J. D.; PEREIRA, A. V. **Informações preliminares sobre uma espécie de Pitaya do Cerrado**. [S. l.]: Embrapa Cerrados, 2002. p. 18.

LE BELLEC, F.; VAILLANT, F.; INBERT, E. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new crop, a market with a future. **Fruits**, Paris, v. 61, n. 4, p. 237-250, 2006.

LIMA, M. V.; VIEIRA, H. D.; MARTINS, M. L. Perfil do pH do meio durante a degomagem de grãos de café. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 1, p. 251-255, 2009.

- LONE, A. B.; COLOMBO, R. C.; FAVETTA, V.; TAKAHASHI, L. S. A.; FARIA, R. T. Temperatura na germinação de sementes de genótipos de pitaya. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, suplemento, p. 2251-2258, 2014.
- LOPES, A. W. P.; SELEGUINI, A.; BOLIANI, A. C.; CORRÊA, L. S. Estádio de maturação do fruto e uso do ácido giberélico na germinação de sementes de mamoeiro. **Revista Agropecuária Tropical**, Brasília, DF, v. 39, n. 4, p. 278-284, 2009.
- MAGALHÃES, D. S. **Desenvolvimento e maturação de frutos de pitaia vermelha da polpa branca**. 2017. 53 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.
- MAGAÑA, B.W.; BALBÍN, A. M.; CORRALES, G. J.; RODRIGUES, C. A.; SAUCEDO, V. C. Principales características de calidad de las pitahayas (*Hylocereus undatus* haworth), frigoconservadas en atmósferas controladas. **Revista Ciências Técnicas Agropecuárias**, La Habana, v. 15, n. 2, p. 52-56, 2006.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 495.
- MARQUES, V. B.; MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; ARAUJO, N. A.; CRUZ, M. C. M. Tamanho de cladódios na produção de mudas de Pitaia vermelha. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 4, p. 50-54, 2011.
- MOREIRA, R. A. **Cultivo da pitaia**: implantação. Universidade Federal de Lavras Departamento da Agricultura, 2012. (Boletim Técnico, n. 92).
- NOBREGA, M. A. S.; PONTES, M. S.; SANTIAGO, E. F. Aplicação exógena de GA₃ e Tiometoxam sobre a dinâmica da germinação de sementes de *Psidium guineense* Swartz (Myrtaceae). **Acta Biomedica Brasiliensia**, [s. l.], v. 9, n. 2, 2018.
- OLIVEIRA, M. C.; FERREIRA, G.; GUIMARÃES, V. F.; DIAS, G. B. Germinação de sementes de atemoia (*Annona cherimola* mill. x *A. squamosa* L.) cv 'Gefner' submetidas a tratamentos com ácido giberélico (GA₃) e ethephon. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s. l.], v. 32, n. 2, 2010.
- ORTIZ, T. A.; TAKAHASHI, L. S. A. Physical and chemical characteristics of pitaya fruits at physiological maturity. **Genetics and Molecular Research**, [s. l.], v.14, n. 4, p. 14422-14439, 2015.
- ORTIZ HERNÁNDEZ, Y. D.; CARRILLO SALAZAR, J. A. Pitahaya (*Hylocereus* spp): a short review. **Comunicata Scientiae**, [s. l.], v. 3, n. 4, p. 220-237, 2012.

OSIPI, E. A. F.; LIMA, C. B.; COSSA, C. A. Influência de métodos de remoção do arilo na qualidade fisiológica de sementes de *Passiflora alata* Curtis. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 33, p. 680-685, 2011. Número Especial.

PAIXÃO, M.V.S.; VIEIRA, K.M.; VAGO, M.B.; FARIA JUNIOR, H.P.; CARVALHO, A.J.C. Substratos e giberelina na emergência e desenvolvimento de plântulas de acácia amarela em diferentes substratos. **Ifes Ciência**, [s. l.], v. 5, n.1, 2019.

PEREIRA, K. J. C.; DIAS, D. C. F. Germinação e vigor de sementes de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) submetidas a diferentes métodos de remoção da mucilagem. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 22, n. 1, p. 288-291, 2000.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; PEIXOTO, M. C. Tecnologia de sementes: Testes de qualidade. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. [S. l.: s. n.], 2004. p. 265-282.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, DF: AGIPLAN, 1985. p. 289.

RUTHS, R.; BONOME, L. T. S.; TOMAZI, Y.; SIQUEIRA, D. J.; MOURA, G. S.; LIMA, C. S. M. Influência da temperatura e luminosidade na germinação de sementes das espécies: *Selenicereus setaceus*, *Hylocereus undatus* e *Hylocereus polyrhizus*. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 18, n. 2, 2019.

RODRIGUES, T. C.; GOES, N. H.; SANTANA, A. N.; SOUZA, B. F.; SANTANA, A. S.; SILVA, M. S.; AUD, F. F.; AMORIM, E. P. Emergência de plântulas de *Musa* submetidas à ação do ácido giberélico. **13ª Jornada Científica – Embrapa Mandioca e Fruticultura**, 2019.

SANTANA, D. G.; ANASTÁCIO, M. R.; LIMA, J. A.; MATTOS, M. B. Germinação de sementes e emergência de plântulas de pau-santo: uma análise crítica do uso de correlação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 32, n. 3, p.134-140, 2010.

SANTOS, C. A. C.; VIEIRA, E. L.; PEIXOTO, C. P.; LEDO, C. A. S. Germinação de sementes e vigor de plântulas de maracujazeiro amarelo submetidos à ação do ácido giberélico. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 2, p. 400-407, 2013.

SANTOS, C. H. B.; CRUZ NETO, A. J.; JUNGHANS, T. G.; JESUS, O. N.; GINARDI, E. A. Estádio de maturação de frutos e influência de ácido giberélico na emergência e crescimento de *Passiflora* spp. **Revista Ciência Agrônômica**, Jaboticabal, v. 47, n. 3, p. 481-490, 2016.

SANTOS, J. M.; OLIVEIRA, J. A.; LIMA, J. M. E.; SILVA, H. W. Maturidade fisiológica de sementes de pitaya. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 61, p. 7, 2018.

SEVERINO, L. S.; GUIMARÃES, M. M. B.; COSTA, F. X.; LUCENA, A. M. A.; BELTRÃO, N. E. M.; CARDOSO, G. D. Emergência de plântula e germinação de semente de mamona plantada em diferentes posições. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, [s. l.], v. 5, n. 1, 2005.

SILVA, M. R.; MOURA, E. A.; MOURA, M. L. S.; CHAGAS, P. C.; CHAGAS, E. A. Índice de velocidade e porcentagem de emergência em sementes de maracujazeiro amarelo em diferentes substratos. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13., 2014, Cuiabá. **Anais [...]** Cuiabá: Revista Brasileira de Fruticultura, 2014. p. 1-4.

SUÁREZ ROMÁN, R.S.; CAETANO, C.M.; RAMÍREZ, H.; MORALES, J.G. Caracterización morfoanatómica y fisiológica de semilla sexual de pitahaya amarilla *Selenicereus megalanthus* (Haw.) Britt & Rose. **Rev. Asoc. Col. Cienc.**, [s. l.], v. 24, p. 97-111, 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: [s. n.], 2013. 719 p.

VIÑAS, M.; FERNÁNDEZ-BRENES, M.; AZOFEIRA, A.; JIMÉNEZ, V. M. In vitro propagation of purple pitahaya (*Hylocereus costaricensis* [F.A.C. Weber] Britton & Rose) cv. Cebra. **In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant**, Columbia, v. 48, n. 5, p. 469-477, 2012.