

# **UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**

**Programa de Pós-Graduação em Agronomia**

**Área de concentração Fruticultura de Clima Temperado**



**Tese**

**Revisão sobre a cultura da pitaya e concentrações de ácido bórico e temperaturas na conservação de grãos de pólen de diferentes espécies**

**Mariana Larrondo Bicca**

**Engenheira Agrônoma**

Pelotas, 2021.

**MARIANA LARRONDO BICCA**

**Engenheira Agrônoma**

**Revisão sobre a cultura da pitaya e concentrações de ácido  
bórico e temperaturas na conservação de grãos de pólen  
de diferentes espécies**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Agronomia (Área do conhecimento: Fruticultura de Clima Temperado).

Comitê de Orientação

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Barbosa Malgarim

Coorientador: Dr. Dejalmo Nolasco Prestes

Coorientador: Prof. Dr. Valmor João Bianchi

Pelotas, 2021.

## **Banca Examinadora**

---

Prof. Dr. Vagner Brasil Costa, Universidade Federal de Pelotas (UFPe/FAEM)

---

Prof. Dr. Elisane Schwartz, Instituto Federal Sul-riograndense, (Campus CAVG)

---

Profa. Dra. Flávia Loy, Faculdade Unyleya

---

Profa. Dra. Carolire Farias Barreto, Faculdade IDEAU – Caxias do Sul

***À memória de minha saudosa e amada mãe  
Martina, gratidão por tudo que representa  
na minha vida e por ser minha guia nessa  
jornada.***

***À Eugênio, meu esposo, por  
todo companheirismo e amor.***

***À Betina, minha filha, que traz alegria, luz e  
amor para minha vida.***

***Dedico.***

## **Agradecimentos**

À Deus, pela minha fé e por estar presente nas minhas escolhas, que faz ter certeza de que tudo acontece com um propósito nas nossas vidas para nossa evolução.

À Universidade Federal de Pelotas e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade de realizar este trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Dr. Marcelo Barbosa Malgarim, meu orientador, que sempre me deu apoio e que foi fundamental em um momento muito importante da minha caminhada acadêmica.

Ao professor Dr. Dejalmo Nolasco Prestes, pela orientação e por estar sempre disposto a ajudar e fez com que esse trabalho fosse realizado e concluído.

Ao meu esposo, Eugênio Chagas, pelo amor, incentivo e apoio. Por estar sempre ao meu lado me dando força, muito obrigada, te amo.

A minha filha, Betina, que é minha fonte de vida e propósito maior, é por ela que sigo em frente.

Aos meus pais, Honório Bicca e Martina Bicca, pela educação que me deram e por sempre incentivarem os estudos e mostrarem como é importante seguir uma carreira, mostrando que a Educação rompe barreiras.

À minha irmã Manoela e meu cunhado Rodrigo, e minha afilhada Alice pela cumplicidade e companheirismo.

Aos meus sogros, Paulo e Beth, por me ajudarem com os cuidados para com minha filha durante este período do doutorado, pois possibilitaram a realização dos meus experimentos e atividades curriculares para que eu chegasse até aqui.

À Juliana Padilha, minha amiga, irmã de coração e parceira em diversos trabalhos desde a graduação até hoje, agradeço pela amizade, apoio e companheirismo durante todos esses anos.

À Camila Dias, minha amiga e parceira de trabalhos, sempre com muitas ideias para pôr em prática, pelo incentivo e companheirismo.

À todos os colegas e amigos do Programa de Pós-Graduação em

Agronomia, agradeço a ajuda e a agradável convivência que tornaram meus dias mais leves e alegres.

*“Nossa maior fraqueza está em desistir. O caminho mais certo de vencer é tentar mais uma vez.”*

*(Thomas Edison)*

## Resumo

BICCA, Mariana Larrondo. **Revisão sobre a cultura da pitaya e concentrações de ácido bórico e temperaturas na conservação de grãos de pólen de diferentes espécies.** 2021. 78 páginas. Tese de Doutorado (Doutorado em Agronomia com ênfase em Fruticultura de Clima Temperado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2021.

As pitayas (*Hylocereus* spp.) são cactáceas de clima tropical, mas se adaptam nas regiões de clima temperado, originárias do México e das Américas, com caule classificado como cladódio e com presença de pequenos espinhos. Uma das grandes dificuldades encontradas na produção de pitaya é a polinização, pois nem sempre os produtores conseguem realizá-la, já que as flores são noturnas. Saber como armazenar adequadamente o grão de pólen, para sua conservação, é um grande passo para os estudos de melhoramento genético. Um dos métodos utilizados para obter informações sobre a viabilidade do pólen é a germinação *in vitro* e um dos compostos que influenciam essa germinação é o ácido bórico. Dentre as variedades existentes, destacam-se as auto compatíveis e as incompatíveis, sendo que as incompatíveis necessitam de polinização artificial, onde são utilizados pólenes de outras cultivares e infelizmente, a floração dessas cultivares se dá em momentos diferentes e com condições climáticas diferentes prejudicando, muitas vezes, sua frutificação. O objetivo do presente estudo foi trazer informações disponíveis e atualizadas sobre a cultura da pitaya no Brasil, bem como aferir a viabilidade do grão de pólen quando conservado na geladeira e determinar a concentração de ácido bórico e temperatura que proporcionam o maior comprimento de tubo polínico e porcentagem de germinação *in vitro* de grãos de pólen de diferentes espécies de pitaya. Os meios de cultura utilizados nos testes continham 6 g L<sup>-1</sup> de ágar, 100 g L<sup>-1</sup> de sacarose e 518 mg L<sup>-1</sup> de nitrato de cálcio. No primeiro experimento foram testadas cinco concentrações de ácido bórico (0, 150, 350, 550 e 750 mg L<sup>-1</sup>) em duas espécies de pitaya do gênero *Hylocereus* (*H. undatus* e *H. polyrhizus*). O segundo experimento contou com três espécies de pitaya (*Hylocereus undatus*, *Hylocereus polyrhizus* e *Selenicereus setaceus*) e dias de avaliação dos grãos de pólen (2, 4, 6 e 7). No terceiro experimento foi utilizado esquema fatorial 6 x 5 (seis variedades doadoras de pólen x cinco temperaturas para germinação dos grãos de pólen, 20°, 25°, 30°, 35° e 40° C), com três repetições para cada variedade de pitaya em cada uma das temperaturas avaliadas. As variáveis analisadas foram porcentagem de germinação e comprimento do tubo polínico (µm). No primeiro experimento a maior porcentagem de germinação e o maior comprimento do tubo polínico para ambas as espécies foi obtido nas concentrações de 0 e 150mg L<sup>-1</sup> e o tempo de conservação na geladeira que promoveu as maiores médias de germinação foi de 48 horas nas três diferentes espécies de pitaya e a *Selenicereus setaceus* obteve o maior comprimento do tubo polínico. No terceiro experimento a maior porcentagem de germinação dos grãos de pólen ocorreu nas temperaturas de 25° e 30° C em todas as variedades estudadas, e o maior comprimento do tubo polínico foi observado na variedade Golden submetida à 30° C.

**Palavras-chave:** *Hylocereus* sp., tubo polínico, polinização, armazenamento.

## Abstract

BICCA, Mariana Larrondo. **Review of pitaya culture and boric acid concentrations and temperatures in the conservation of pollen grains of different species.** 2021. 78 pages. Doctoral Thesis (Doctorate in Agronomy with emphasis on Temperate Climate Fruit Growing) – Postgraduate Program in Agronomy. Federal University of Pelotas, Pelotas, 2021.

The pitayas (*Hylocereus* sp.) are tropical cacti, but they adapt to temperate regions, originating in Mexico and the Americas, with a stem classified as cladode and with the presence of small thorns. One of the great difficulties encountered in the production of pitaya is pollination, as producers are not always able to carry it out, since the flowers are nocturnal. Knowing how to properly store the pollen grain, for its conservation, is a big step for studies of genetic improvement. One of the methods used to obtain information about pollen viability is in vitro germination and one of the compounds that influence this germination is boric acid. Among the existing varieties, the self-compatible and incompatible ones stand out, and the incompatible ones require artificial pollination, where pollens from other cultivars are used and unfortunately, the flowering of these cultivars occurs at different times and with different climatic conditions, harming, often its fruiting. The objective of the present study was to bring available and updated information about the pitaya culture in Brazil, as well as to assess the viability of the pollen grain when kept in the refrigerator and to determine the boric acid concentration and temperature that provide the longest pollen tube length and percentage of in vitro germination of pollen grains from different pitaya species. The culture media used in the tests contained 6 g L<sup>-1</sup> agar, 100 g L<sup>-1</sup> sucrose and 518 mg L<sup>-1</sup> calcium nitrate. In the first experiment, five concentrations of boric acid (0, 150, 350, 550 and 750 mg L<sup>-1</sup>) were tested in two species of pitaya of the genus *Hylocereus* (*H. undatus* and *H. polyrhizus*). The second experiment had three pitaya species (*Hylocereus undatus*, *Hylocereus polyrhizus* and *Selenicereus setaceus*) and pollen grain evaluation days (2, 4, 6 and 7). In the third experiment, a 6 x 5 factorial scheme was used (six pollen donor varieties x five temperatures for pollen grain germination, 20°, 25°, 30°, 35° and 40° C), with three replications for each variety of pitaya at each of the temperatures evaluated. The variables analyzed were germination percentage and pollen tube length (µm). In the first experiment, the highest germination percentage and the longest pollen tube length for both species were obtained at concentrations of 0 and 150mg L<sup>-1</sup> and the storage time in the refrigerator that promoted the highest germination averages was 48 hours in the three different pitaya species and *Selenicereus setaceus* obtained the longest pollen tube length. In the third experiment, the highest percentage of pollen grain germination occurred at temperatures of 25° and 30° C in all varieties studied, and the longest pollen tube length was observed in the Golden variety submitted to 30° C.

**Keywords:** *Hylocereus* sp., pollen tube, pollination, storage.

## **Lista de figuras**

**Figura 1.** Gráfico da porcentagem de germinação dos grãos de pólen das variedades de pitaya em função das temperaturas. 83

**Figura 2.** Comprimento do tubo polínico das variedades de pitaya em função das temperaturas. 84

## Lista de tabelas

**Tabela 1.** Iniciadores utilizados para a obtenção dos marcadores RAPD e respectivos números de bandas polimórficas e monomórficas.

30

## Artigo 2

**Tabela 1.** Porcentagem de germinação in vitro dos grãos de pólen de *Hylocereus undatus* e *Hylocereus polyrhizus* submetidos a diferentes concentrações de ácido bórico (mg L<sup>-1</sup>) em meio de cultura. 64

**Tabela 2.** Comprimento do tubo polínico (μm) em relação as diferentes concentrações de ácido bórico (mg L<sup>-1</sup>). 65

**Tabela 3:** Porcentagem de germinação in vitro de grãos de pólen de *Hylocereus undatus*, *Hylocereus polyrhizus* e *Selenicereus setaceus* 66

**Tabela 4:** Porcentagem de germinação referente ao período (dias) no qual os grãos de pólen foram mantidos na geladeira 67

**Tabela 5:** Comprimento do tubo polínico (μm) em diferentes espécies de pitaya em função dos dias de avaliação 67

**Tabela 6.** Porcentagem de germinação dos grãos de pólen das variedades de pitaya em função das temperaturas avaliadas 81

**Tabela 7.** Comprimento do tubo polínico em diferentes temperaturas em função das variedades de pitaya estudadas. 82

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>17</b>
<b>PROJETO DE TESE.....</b>	<b>20</b>
<b>1. IDENTIFICAÇÃO</b>	<b>21</b>
<b>2. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA</b>	<b>22</b>
<b>3. OBJETIVOS</b>	<b>27</b>
<b>OBJETIVO GERAL.....</b>	<b>27</b>
<b>Objetivos específicos</b>	<b>27</b>
<b>HIPÓTESE</b>	<b>27</b>
<b>METAS</b>	<b>27</b>
<b>4. METODOLOGIA</b>	<b>28</b>
4.1.1. Local de realização	28
4.1.2. Material vegetal	28
4.1.3. Procedimento experimental	28
4.1.4. Avaliações	29
4.1.5. Delineamento experimental	30
<b>5. CRONOGRAMA DE ATIVIDADES</b>	<b>31</b>
<b>6. RECURSOS NECESSÁRIOS</b>	<b>32</b>
<b>7. DIVULGAÇÃO PREVISTA</b>	<b>32</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>33</b>
<b>RELATÓRIO DE CAMPO</b>	<b>36</b>
<b>ARTIGO 1 - <i>Pitaya: uma alternativa de diversificação para a propriedade rural</i>.....</b>	<b>38</b>



<b>Abstract</b>	39
<b>Key words</b>	39
<b>Resumo</b>	39
<b>Palavras-chave</b>	40
<b>Introdução</b>	40
<b>Classificação botânica e origem</b>	41
<b>Importância socioeconômica no Brasil</b>	43
<b>Propagação..</b>	44
<b>Implantação do pomar</b>	46
<b>Condições edafoclimáticas</b>	47
<b>Sistemas de condução</b>	47
<b>Adubação e nutrição</b>	49
<b>Fatores que podem causar danos em pitayas</b>	49
<b>Colheita</b>	50
<b>Propriedades nutracêuticas</b>	51
<b>Perspectivas futuras para a cultura no Brasil</b>	52
<b>Referências</b>	53
<b>ARTIGO 2 - Concentrações de ácido bórico e temperaturas na conservação de grãos de pólen de diferentes espécies de pitaya.....</b>	<b>58</b>
<b>RESUMO</b>	<b>59</b>
<b>Palavras-chave</b>	<b>59</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>59</b>
<b>Key words</b>	<b>60</b>
<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>60</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>62</b>
<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>63</b>
<b>CONCLUSÃO</b>	<b>68</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>68</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>85</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>85</b>

## INTRODUÇÃO GERAL

A pitaya (*Hylocereus* spp.) é um fruto cactáceo originário do México, América Central e do Sul, que vem ganhando destaque no Brasil nos últimos anos (MIZRAHI et al., 1997). Com o crescimento da agricultura no Brasil e a conscientização da população em relação à importância de uma alimentação saudável e equilibrada, tem aumentado o consumo de frutas, exercendo pressão pela oferta de frutas no mercado (COSTA et al., 2014), com isso o mercado de frutas exóticas também ganhou impulso nos últimos anos e vem crescendo consideravelmente (WATANABE & OLIVEIRA, 2014). Neste contexto, a pitaya vem sendo procurada pelo exotismo de sua aparência e também por suas características organolépticas (ANDRADE et al., 2007).

As características como: exotismo da aparência, sabor doce e suave, polpa firme e repleta de sementes com ação laxante, têm despertado interesse nos produtores por sua grande aceitação nos mercados consumidores (MARQUES et al., 2011), sendo uma excelente alternativa para a diversificação da propriedade rural e para o aumento de renda do produtor. O alto valor pago pelo quilo da fruta, que pode variar de dez a sessenta reais, dependendo da época do ano e da demanda, também constitui um grande atrativo para o plantio dessa frutífera.

No Brasil, as pitayas são consideradas uma novidade promissora. Existem pequenas áreas de produção situadas em várias regiões do país, principalmente no Estado de São Paulo, localizadas na região de Catanduva, pois devido ao maior consumo de frutas exóticas e ao seu valor comercial, surgiu o interesse por parte dos fruticultores no plantio e cultivo desta frutífera,

onde a produção dos frutos ocorre durante os meses de novembro a maio (BASTOS et al., 2006).

Na América Latina, existem diferentes espécies cultivadas que são comumente denominadas pitayas, o que torna a classificação botânica difícil. No entanto, todas as espécies estão agrupadas em quatro gêneros principais: *Stenocereus* (Britton & Rose), *Cereus* (Mill), *Selenicereus* (Riccob) e *Hylocereus* (Britton & Rose) (MIZRAHI, et al., 1997; BRITTON & ROSE, 1963), sendo *Hylocereus* o gênero mais cultivado, com ênfase em duas espécies, a pitaya de casca vermelha e polpa branca [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose] e a pitaya de casca vermelha e polpa rosa ou roxa (*Hylocereus polyrhizus* Weber). No Brasil, há uma espécie nativa do Cerrado brasileiro, conhecida como pitaya 'baby' ou 'saborosa', [*Selenicereus setaceus* (Salm Dyck ex DC.) Ralf Bauer], que apresenta casca vermelha, com espinhos, e polpa branca (JUNQUEIRA et al., 2002), e que já apresenta pequenas áreas de cultivo.

As flores da pitaya são monóicas, hermafroditas, grandes (medem de 15 a 30 cm de comprimento), com antese noturna, aromáticas e, dependendo da espécie, as colorações das pétalas podem ser brancas ou rosas. Para se produzir de forma satisfatória, é essencial que ocorra polinização, seja ela por agentes polinizadores ou artificialmente. O florescimento ocorre durante a noite, e as flores ficam abertas num período de quatro dias, um dos motivos que podem causar significativa queda dos botões florais, pois nem sempre, os produtores conseguem realizar a polinização noturna, sendo necessários estudos referentes à conservação e armazenamento do pólen para que as flores possam ser polinizadas durante o dia (FAGUNDES, 2017).

O armazenamento do grão de pólen de pitaya e o conhecimento prévio sobre a viabilidade do pólen é uma ferramenta muito importante nos programas de melhoramento genético, uma vez que visa evitar o seu envelhecimento precoce e garantir a viabilidade máxima para uso posterior, e no caso da pitaya, tem como objetivo o aumento da porcentagem de frutificação efetiva e a busca por cultivares mais atraentes e ricas em nutrientes (FRAGALLAH et al., 2019).

O pólen pode permanecer viável de vários minutos a dezenas de anos dependendo da espécie (SHIVANNA, 2019), para pitaya, o pólen quando selado e armazenado abaixo de 4 °C ainda pode ser usado para polinização no dia seguinte ou mesmo no dia seguinte da produção, mas a porcentagem de pega e o tamanho do fruto diminuem (LI et al., 2020).

Um dos métodos utilizados para obter informações sobre a viabilidade do pólen é a germinação in vitro e um dos compostos que influenciam essa germinação é o ácido bórico (CHAGAS et al., 2010; FRANZON & RASEIRA, 2006). Dentre as variedades existentes, destacam-se as auto compatíveis e as incompatíveis, sendo que as incompatíveis necessitam de polinização artificial, onde são utilizados pólenes de outras cultivares e infelizmente, a floração dessas cultivares se dá em momentos diferentes e com condições climáticas diferentes prejudicando, muitas vezes, sua frutificação (MACHA et al., 2006).

O objetivo do presente estudo foi trazer informações disponíveis e atualizadas sobre a cultura da pitaya no Brasil, bem como aferir a viabilidade do grão de pólen quando conservado na geladeira e determinar a concentração de ácido bórico e temperatura que proporcionam o maior comprimento de tubo polínico e porcentagem de germinação in vitro de grãos de pólen de diferentes

espécies de pitaya.



## 1. IDENTIFICAÇÃO

### Instituição

Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), Departamento de Fitotecnia (DFt), Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Fruticultura de Clima Temperado, Pelotas/RS.

### Equipe executora

**Mariana Larrondo Bicca**, Engenheira Agrônoma, Mestre em Ciências na Área de Concentração em Fruticultura de Clima Temperado, Universidade Federal de Pelotas.

**Marcelo Barbosa Malgarim**, Engenheiro Agrônomo, Prof. Orientador, Dr. Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Pelotas.

**Valmor João Bianchi**, Engenheiro Agrônomo, Prof. Co-orientador, Dr. Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pelotas.

**Dejalmo Prestes**, Engenheiro Agrônomo, Co-orientador, Dr. Departamento de Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Pelotas.

## 2. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

As pitayas são cactáceas perenes de hábito epífita, com caule classificado como cladódio, de formato triangular, suculentos e constituídos de pequenos espinhos com 2 a 4 mm de largura. A flor é hermafrodita, de coloração branca, antese noturna, e os frutos são externamente vermelhos, com polpa esbranquiçada, de sabor agradável, levemente adocicado, apresentando um grande número de diminutas sementes, de coloração preta (DONADIO, 2009; SILVA; MARTINS; CAVALLARI, 2011) e é pertencente ao grupo de frutíferas tropicais consideradas promissoras para o cultivo.

Atualmente ocupam um crescente nicho no mercado de frutas exóticas tanto da Europa (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006), quanto no Brasil. As características como: exotismo da aparência, sabor doce e suave, polpa firme e repleta de sementes com ação laxante, têm despertado interesse nos produtores por sua grande aceitação nos mercados consumidores (MARQUES et al., 2011), sendo uma excelente alternativa para a diversificação da propriedade rural e para o aumento de renda do produtor. O alto valor pago pelo quilo da fruta, que pode variar de dez a sessenta reais, dependendo da época do ano e da demanda, também constitui um grande atrativo para o plantio dessa frutífera.

Há várias espécies denominadas “pitayas”, dentre as quais podem ser citadas *Hylocereus undatus* (pitaya vermelha de polpa branca), *H. costaricensis* (pitaya vermelha de polpa vermelha), *H. polyrhizus* (pitaya vermelha de polpa

roxa) *Selenicereus megalanthus* (pitaya amarela de polpa branca) e *S. setaceus* (pitaya do cerrado), nativa dos cerrados do Brasil e conhecida popularmente como Saborosa ou Baby do Cerrado.

No Brasil, as pitayas são consideradas uma novidade promissora. Existem pequenas áreas de produção situadas em várias regiões do país, principalmente no Estado de São Paulo, localizadas na região de Catanduva, pois devido ao maior consumo de frutas exóticas e ao seu valor comercial, surgiu o interesse por parte dos fruticultores no plantio e cultivo desta frutífera, onde a produção dos frutos ocorre durante os meses de novembro a maio (BASTOS et al., 2006).

O fruto da pitaya é rico em vitaminas, auxilia o processo digestivo, é preventivo do câncer de colón e do diabetes, ajuda a neutralizar substâncias tóxicas como metais pesados, reduz os níveis de colesterol e as altas pressões do sangue (DAM, 2006).

Por tratar-se de uma cultura de rápido retorno, pois produz logo no primeiro ano após o plantio (LE BELLEC et al., 2006) e, de acordo com Hessen & Tellez (1995), a produção pode alcançar aproximadamente 20 t ha<sup>-1</sup> no 5º e 6º anos de cultivo, quando ocorre a estabilização e essa produção pode ser mantida por 15 a 20 anos, ela também é uma planta muito rústica, que se desenvolve bem e que produz de maneira satisfatória mesmo quando não se aplicam os devidos manejos culturais (LAREDO, 2016), e por possuir essa característica, seu manejo se torna simples e de baixo custo.

A propagação pode ser realizada por sementes ou vegetativamente (através dos cladódios), destacando-se a estaquia, enxertia e micropropagação.

Apesar das sementes apresentarem rápida e elevada taxa de germinação, as plantas propagadas por esse método apresentam variabilidade genética, crescimento inicial lento e requerem maior período de tempo para início de produção (HERNÁNDEZ, 2000), fatores que tornam as sementes uma forma economicamente inviável (SILVA, 2005). Com fins econômicos, a estquia destaca-se por apresentar elevado percentual de estacas enraizadas e de sobrevivência (LÓPEZ-GÓMES et al., 2000; ANDRADE et al., 2007), precocidade de produção e possibilidade de formar grande número de mudas a partir de uma única matriz com as características desejáveis sendo preservadas.

Um elemento fundamental para o desenvolvimento adequado da pitaya é a radiação solar, pois esta é de suma importância para todos os processos físicos e biológicos que ocorrem na biosfera, sendo utilizada pelas plantas de diversas maneiras de acordo com intensidade, qualidade, direção de incidência, duração, etc e exerce efeitos biológicos classificados como fotoenergéticos e fotoestimulantes (PASCALE & DAMARIO, 2004).

A pitaya é encontrada espontaneamente em florestas tropicais da América em condições de sub-bosque, o que leva a crer que quando cultivada comercialmente faz-se necessária a instalação de um sistema de proteção contra a incidência direta dos raios solares sobre a planta. Entretanto, ROBLES et al. (2000) afirmaram que no México apenas os ramos de *Stenocereus* sp. que se encontram sob total exposição direta à luz solar produzem frutos, o que também é reportado para a Guatemala.

Em trabalho sobre o gênero *Hylocereus*, RAVEH et al. (1993) observaram que o sombreamento tem efeito significativo no crescimento das

plantas e na

produção de frutos, observando-se que sob 30% de intensidade luminosa o rendimento obtido no segundo ano de cultivo foi de 16 t.ha<sup>-1</sup>.

A experiência com o cultivo da pitaya vermelha em Israel demonstra que essa espécie é sensível às elevadas intensidades luminosas (RAVEH et al., 1993).

Adicionalmente, algumas espécies dos gêneros *Hylocereus* e *Stenocereus* são conhecidas por pitaya, portanto é de se esperar resultados diferenciados visto que os gêneros têm exigências e tolerâncias distintas quanto à luz. Entretanto, há na literatura científica poucos trabalhos que estudam a ecofisiologia e manejo da pitaya em condições de campo, destacando-se RAVEH et al. (1998) e NERD et al. (2002), ambos para as condições de Israel.

De fato, é pertinente destacar que há variabilidade genética por ser esta uma espécie de polinização aberta, o que possibilita a segregação genética, portanto pode ser esperado que a pitaya apresente diferentes adaptações ao ambiente e práticas de manejo devem ser planejadas de acordo.

O estudo da diversidade genética em cultivares de pitaya é algo recente no Brasil, onde poucos trabalhos foram publicados e neste contexto, o uso de marcadores moleculares é uma ferramenta valiosa, por permitir um rápido, preciso e acurado estudo da variabilidade existente, detectando as variações diretamente no DNA (JUNQUEIRA et al., 2010).

Neste contexto destaca-se, a técnica de RAPD que consiste na amplificação de DNA genômico em PCR utilizando primers de seqüência arbitrária com 10 nucleotídeos. Tipicamente utiliza-se apenas um tipo de primer



em cada reação, sendo este normalmente formado por diferentes combinações

das quatro bases nitrogenadas, com um conteúdo de G+C entre 50 e 70% (FRITSCH & RIESEBERG, 1996). O princípio da técnica é muito simples: o primer se liga à seqüências complementares em fitas opostas do DNA alvo e ocorre a amplificação *in vitro* do segmento de DNA entre dois primers adjacentes com o auxílio da enzima Taq polimerase. Os sítios de ligação dos primers devem estar separados por no máximo 3 a 4 mil pares de bases, uma vez que a Taq polimerase não é capaz de percorrer segmentos maiores nas condições normalmente usadas durante a amplificação (FERREIRA & GRATTAPAGLIA, 1995; FRITSCH & RIESEBERG, 1996). Por serem pequenos, é grande a possibilidade de que os primers encontrem diversas regiões do genoma para se ligarem, fazendo com que diversos fragmentos de tamanhos diferentes resultem de uma reação (WILLIAMS et al., 1990). A quantidade de fragmentos a serem produzidos para uma análise é virtualmente ilimitada, dependendo apenas do número de primers utilizados. Um “perfil RAPD” será formado pelo conjunto dos produtos de amplificação de diversos primers diferentes. A separação dos produtos amplificados pode ser feita em gel de agarose (em concentrações que variam de 0,8 a 2%), corado com brometo de etídio, ou em gel de poliacrilamida.

Marcadores RAPD são dominantes, o que significa que indivíduos homozigotos dominantes para um determinado loco e indivíduos heterozigotos não podem ser diferenciados a partir do perfil de amplificação uma vez que ambos serão representados pela presença de uma banda no gel (LACERDA et al., 2002).

### **3. OBJETIVOS**

#### **OBJETIVO**

##### **GERAL**

Avaliar o crescimento e comportamento dos diferentes genótipos de pitaya à campo e avaliar a existência de polimorfismo em cultivares de pitaya com o uso de marcadores RAPD.

##### **Objetivos específicos.**

- Efetuar o plantio dos cladódios à campo.
- Observar o crescimento e comportamento dos diferentes genótipos de pitaya, submetidos às condições climáticas da região.
- Estimar a variabilidade genética nos diferentes genótipos de pitaya.

#### **HIPÓTESE**

Os diferentes genótipos se adaptam muito bem ao clima da região, independente da sua origem, e diferenciar a identidade genética das diferentes cultivares de pitaya analisadas.

#### **METAS**

- Enraizar estacas de pitayas sob condições ambientais diferentes as da sua origem, bem como propiciar o desenvolvimento adequado dessas plantas à campo.
- No prazo de 18 meses, executar a técnica de RAPD a fim de encontrar polimorfismos ou não entre as cultivares analisadas.
- Publicar ao menos dois artigos em periódicos com alto fator de impacto.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1.1. Local de realização

O experimento a campo será conduzido na fazenda da Palma, pertencente ao Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, da Universidade Federal de Pelotas (UFPel/RS), no período de março de 2019 a fevereiro de 2021.

As avaliações laboratoriais serão realizadas no Laboratório de Fisiologia do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pelotas.

### 4.1.2. Material vegetal

O material vegetal utilizado será obtido de cladódios oriundos de diferentes regiões do país.

### 4.1.3. Procedimento experimental

Serão utilizados cladódios em estágio inicial de maturação.

No experimento 1 as estacas (cladódios) serão plantadas diretamente no campo para avaliação do seu desenvolvimento durante o período de execução do trabalho. No experimento 2, serão utilizadas estacas de pitayas de onde serão extraídos DNA genômico, utilizando-se do método do CTAB, com algumas modificações (FALEIRO et al., 2003).

Amostras de DNA de cada material genético serão amplificadas para a obtenção de marcadores RAPD. As reações de amplificação serão feitas em um volume total de 13  $\mu$ L, contendo Tris-HCl 10 mM (pH 8,3), KCl 50 mM, MgCl<sub>2</sub> 3 mM, 100  $\mu$ M de cada um dos desoxirribonucleotídeos (dATP, dTTP, dGTP e

dCTP), 0,4  $\mu$ M de um iniciador, uma unidade da enzima Taq polimerase e, aproximadamente, 15 ng de DNA. Serão utilizados 11 iniciadores decâmeros: OPD (01; 02; 05 e 11), OPE (11), OPF (08 e 14), OPG (18) e OPH (04; 13 e 15) (Tabela 1). As amplificações serão efetuadas em termociclador programado para 40 ciclos, cada um constituído pela seguinte sequência: 15 segundos a 94°C, 30 segundos a 35°C e 90 segundos a 72°C. Após os 40 ciclos, será feita uma etapa de extensão final de seis minutos a 72°C e, finalmente, a temperatura será reduzida para 4 °C. Após a amplificação, serão adicionados, a cada amostra, 3  $\mu$ l de uma mistura de azul de bromofenol (0,25%) e glicerol (60%), em água. Essas amostras serão aplicadas em gel de agarose (1,2%), corado com brometo de etídio, submerso em tampão TBE (Tris-Borato 90 mM, EDTA 1 mM). A separação eletroforética será de, aproximadamente, quatro horas, a 90 volts. Ao término da corrida, os géis serão fotografados sob luz ultravioleta.

#### 4.1.4. Avaliações

No experimento 1, as avaliações serão realizadas após 30 dias da instalação do experimento, no intuito de verificar o desenvolvimento, bem como o crescimento das plantas a campo. No experimento 2, as avaliações serão realizadas conforme for sendo extraído o material.

**TABELA 1** - Iniciadores utilizados para a obtenção dos marcadores RAPD e respectivos números de bandas polimórficas e monomórficas.

<b>Iniciador</b>	<b>Sequência 5'@3'</b>	<b>Nº de bandas polimórficas</b>	<b>Nº de bandas monomórficas</b>
OPD-1	ACCGCGAAGG	3	3
OPD-2	GGACCCAACC	2	6
OPD-5	TGAGCGGACA	3	4
OPD-11	AGCGCCATTG	2	10
OPE-2	GGTGCGGGAA	5	11
OPF-8	GGGATATCGG	6	7
OPG-5	CTGAGACGGA	3	6
OPH-2	TCGGACGTGA	3	5
OPH-4	GGAAGTCGCC	3	4
OPH-13	GACGCCACAC	1	8
OPH-15	AATGGCGCAG	14	2
<b>TOTAL</b>		<b>45</b>	<b>66</b>

#### 4.1.5. Delineamento experimental

No experimento 1, o delineamento experimental será o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2 (dois genótipos e dois tipos de substrato), com quatro tratamentos e cinco repetições de cinco cladódios por repetição.

No experimento 2 o delineamento experimental utilizado será o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2x3 (dois genótipos, dois volumes de recipiente e três tipos de substratos), com doze tratamentos e vinte repetições por tratamento, sendo cada tratamento será composto por uma



## 6. RECURSOS NECESSÁRIOS

<b>Consumo</b>			
Materiais	Unidade	Quantidade	Custo total (R\$)
Material de consumo	-	-	50.000,00
<b>Subtotal 1</b>			50.000,00
<b>Material permanente</b>			
Equipamentos			90.000,00
<b>Subtotal 2</b>			90.000,00
<b>Outros serviços</b>			
Impressão de banner	un.	6	150,00
Encadernações	un.	20	100,00
Inscrições em eventos	-	-	1.000,00
Material bibliográfico	-	20	200,00
Diárias	-	-	1.000,00
<b>Subtotal 3</b>			2.450,00
<b>Custo total</b>			
<b>Subtotal 1 + 2 + 3</b>			142.450,00
<b>Imprevistos (10%)</b>			14.245,00
<b>Total</b>			156.69500

## 7. DIVULGAÇÃO PREVISTA

Os trabalhos serão divulgados em congressos e/ou reuniões técnicas, aulas práticas, visitas técnicas e os artigos científicos serão publicados em revista científica com corpo editorial.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, R. A. de; OLIVEIRA, I. V. de M.; MARTINS, A. B. do. Influência da fonte e do tempo de cura na propagação vegetativa da pitaya vermelha. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 183-186, 2007.

BASTOS, D. C.; PIO, R.; SCARPARE FILHO, J. A.; 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.

DAM (Department of Agriculture-Malaysia). A Research and Development Center for Pitaia (Dragon Fruit). Malásia, 2006. Disponível em: <<http://www.dam-DepartamentofAgriculture-Malaysia/default.htm>>

DONADIO, L. C. Pitaya. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 3, p. 637-929, 2009.

FERREIRA, M. E. & GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética**. 2a. ed. Brasília, EMBRAPA/CENARGEN, p. 220, 1995.

FRITSCH, P. & RIESEBERG, L. H. The use of Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) in conservation genetics. In: Smith, T. B. & Wayne, R. K. (Ed.). **Molecular genetic approaches in conservation**, New York: Oxford University Press, p. 54-73, 1996.

HERNÁNDEZ, Y.D.O. **Hacia el conocimiento y la conservación de la pitahaya**. Oaxaca: IPN-SIBEJ-CONACYT-FMCN, p. 124, 2000.

HESSEN, A. J. e TELLEZ, A. La pitahaia se abre paso! Cultivo exótico com pontecial para exportación para las regiones tropicales de la America Latina. **Agricultura de las Américas**, p. 6-10, 1995.

JUNQUEIRA, K. P.; FALEIRO, F. G.; BELLON, G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; FONSECA, K. G. da; LIMA, C. A. de; SANTOS, E. C. dos. Variabilidade genética de acessos de pitaya com diferentes níveis de produção por meio de marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 3, p. 840-846, 2010.

LACERDA, D. R.; ACEDO, M. D. P.; FILHO, J. P. de L.; LOVATO, M. B. A técnica de RAPD: uma ferramenta molecular em estudos de conservação de plantas. **Lundiana**, Minas Gerais, v. 3, n. 2, p. 87-92, 2002.

LAREDO, R. R. Épocas de coleta e tipos de incisão no cladódio para propagação de pitaya vermelha de polpa branca. Tese(doutorado)–Universidade Federal de Lavras, 83p., 2016.

LE BELLEC, F.; VAILLANT, F.; IMBERT, E. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new fruit crop, a market with a future. **Fruits**, Paris, v. 61, n. 1, p. 237–250, 2006.

LÓPEZ-GÓMEZ, R.; DÍAZ-PÉREZ, J.C.; FLORES-MARTÍNEZ, G. Vegetative propagation of three species of cacti: pitaya (*Stenocereus griseus*), TUNILLO (*Stenocereus stellatus*) and jiotilla (*Escontria chiotilla*). **Agrociencia**, Montecillo, v.34, n.3, p.363-367, 2000.

MARQUES, V. B.; MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; ARAÚJO, N. A. de.; SILVA, F. O. dos R. Fenologia reprodutiva de pitaya vermelha no município de Lavras, MG. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.6, p.984- 987, 2011.

NERD, A.; Tel-Zur, N.; MIZRAHI, Y. Fruits of vine and columnar cacti. In: NOBEL, P.S. (Ed.). **Cacti: Biology and Uses**. Berkeley: University of California Press, p. 185-197, 2002.

PASCALE, A.J.; DAMARIO, E.A. **Bioclimatología agrícola y agroclimatología**. Buenos Aires: Editorial Facultad Agronomía. 2004.

RAVEH, E.; NERD, A.; MIZRAHI, Y. Responses of two hemiepiphytic fruit crop cacti to different degrees of shade. **Scientia Horticulturae**, Amsterdã, v.73, p.151-164, 1998.

RAVEH, E.; WEISS, J.; NERD, A.; MIZRAHI, Y. Pitayas (genus *Hylocereus*): a new fruit crop for the Negev Desert of Israel. In: JANICK, J.; SIMON, J.E.(Eds.). **New Crops**. New York: Wiley, p. 491-495, 1993.

ROBLES, J.R.S.; BAUTISTA, R.O.; CRUZ, F.R.; ZAVALA, J.R.; RIVAS, C.O.; FLORES, H.P.; TRUEBA, L.A.C. Producción y comercialización de pitahayas en México. **Aserca**, Junio, p.3-22, 2000.

SILVA, A. C. C.; MARTINS, A. B. G.; CAVALLARI, L. L. Qualidade de frutos de pitaya em função da época de polinização, da fonte de pólen e da coloração da cobertura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 4, p. 1162- 1168, 2011.

SILVA, M.T.H. **Propagação sexuada e assexuada da pitaya vermelha (*Hylocereus undatus* Haw)**. 2005. 44f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

WILLIAMS, J. G. K.; KUBELIK, A. R.; LIVAK, K. J.; RAFALSKI, J. A. & TINGEY, S. V. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. **Nucleic Acids Research**, v. 18, p. 6531-6535, 1990.

## RELATÓRIO DE CAMPO

No ano de 2017 ingressei no Programa de Pós-graduação em Agronomia, para cursar doutorado na área de Fruticultura de Clima Temperado sob orientação da professora Dra. Márcia Wulff Schuch. O projeto inicial intitulado Propagação e cultivo de pitaia (*Hylocereus undatus*) em recipiente, sofreu algumas modificações no decorrer do doutorado.

Devido a aposentadoria da minha orientadora no ano de 2019, não foi possível seguir com o andamento e desenvolvimento do trabalho. Dessa forma, foi elaborado e conduzido um novo projeto intitulado: Desenvolvimento a campo e avaliação da variabilidade genética de diferentes genótipos de pitaya por meio de marcador RAPD, sob orientação do meu então orientador, professor Dr. Marcelo Barbosa Malgarim.

Os trabalhos de campo tiveram início em novembro de 2019 na fazenda da Palma, onde as mudas de pitayas, adquiridas através do Dr. Dejalmo Prestes, foram plantadas na área determinada, onde, antigamente, havia um pomar de pereiras. Logo após o plantio, foram coletadas amostras para a realização do trabalho sobre marcadores moleculares no Laboratório de Fisiologia do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pelotas. Foi adicionado calcário ao solo e após o surgimento das primeiras brotações, as avaliações do desenvolvimento das pitayas começaram a serem realizadas, em um intervalo de 30 dias.

No ano de 2020, os meses de janeiro, fevereiro e março sofreram com a seca e temperaturas muito altas, em virtude disso, a fazenda da Palma registrou um incêndio onde o local em que estavam plantadas as pitayas, sofreu os maiores prejuízos, acarretando na perda da maioria das plantas. Com isso o trabalho no laboratório também foi prejudicado, pois sem o material, que inclusive já estava sendo avaliado, não teria como repetir os procedimentos para aferir sua eficácia, então foi sugerido realizar um outro trabalho com outros materiais, mas não mudando a cultura.

Uma ideia que surgiu ao longo do ano de 2020, foi escrever uma revisão sobre a cultura da pitaya, com dados atualizados, já que muita coisa nova foi descoberta com relação a essa cultura tão pouco estudada, e em vista da

carência de informações à respeito, o artigo de revisão serviria como auxílio para os demais trabalhos que virão a surgir. Sendo este artigo, o primeiro da minha tese de doutorado.

Os demais experimentos foram realizados com grãos de pólen de pitaya, onde o objetivo foi verificar viabilidade, concentração de ácido bórico e temperaturas na germinação do grão de pólen e comprimento do tubo polínico de diferentes espécies de pitayas. Esses experimentos deram origem ao segundo e terceiro artigos da tese.

## **ARTIGO 1**

*Submetido à Revista Ciência Rural*

(Artigo submetido em inglês)

### **Pitaya: uma alternativa de diversificação para a propriedade rural**

Mariana Larrondo Bicca, Valmor João Bianchi, Dejalmo Nolasco Prestes, Marcelo Barbosa Malgarim

## ARTIGO 1

### Pitaya: a diversification alternative for rural property

#### Pitaya: uma alternativa de diversificação para a propriedade rural

##### Abstract

Pitayas (*Hylocereus* spp.) are perennial epiphytic cacti of tropical climate, but adapt in temperate regions, originating in Mexico and the Americas, with a stem classified as cladodium and with the presence of small thorns. They are also popularly known as Dragon fruit, for their fruit has an aspect of scales on the skin, which makes them exotic and attractive for both producers and consumers, being currently one of the tropical fruit considered to be of high economic viability and promising as a functional food. Because it has numerous nutraceutical properties, this fruit has aroused interest and great acceptance in consumer markets, being an excellent alternative for the diversification of rural property and for increasing the income of the producer, since the high value paid for the kilo of fruit, which can vary from five to thirty reais, depending on the time of year and demand, constituting a great attraction for the planting of this fruit tree. It is a culture of quick return and very rustic, which develops well and produces satisfactorily even when the appropriate cultural managements are not applied, and because it has this characteristic, its management becomes simple and of low cost. The objective of this work is to bring available and updated information about the pitaya culture in Brazil, the management indicated for those interested in cultivating it, as well as the benefits of introducing it in our food.

**Key words:** *Hylocereus* spp., cactus, tropical fruit, nutraceutical properties.

##### Resumo

As pitayas (*Hylocereus* spp.) são cactáceas perenes de hábito epífita, de clima tropical, mas se adaptam nas regiões de clima temperado, originárias do México e das Américas, com caule classificado como cladódio e com presença de pequenos espinhos. Também são conhecidas popularmente como Fruta do Dragão, por seu fruto apresentar um aspecto de escamas na casca, o que as tornam exóticas e atrativas tanto para os produtores, quanto para os consumidores, sendo atualmente, uma das frutíferas tropicais consideradas de alta viabilidade econômica e promissoras como alimento funcional. Por possuir inúmeras

propriedades nutraceuticas, essa fruta tem despertado interesse e uma grande aceitação nos mercados consumidores, sendo uma excelente alternativa para a diversificação da propriedade rural e para o aumento de renda do produtor, pois o alto valor pago pelo quilo da fruta, que pode variar de cinco a trinta reais, dependendo da época do ano e da demanda, constituindo-se num grande atrativo para o plantio dessa frutífera. É uma cultura de rápido retorno e muito rústica, que se desenvolve bem e produz de maneira satisfatória mesmo quando não se aplicam os devidos manejos culturais, e por possuir essa característica, seu manejo se torna simples e de baixo custo. O objetivo deste trabalho é trazer informações disponíveis e atualizadas sobre a cultura da pitaya no Brasil, o manejo indicado para quem tem interesse em cultivá-la, bem como os benefícios de introduzi-la na nossa alimentação.

**Palavras-chave:** *Hylocereus* spp., cactácea, frutífera tropical, propriedades nutraceuticas.

## **Introdução**

Dentre as atividades agrícolas a fruticultura se destaca por ser uma forte geradora de empregos, pois demanda mão-de-obra intensiva e qualificada, e como resultado, chegam a empregar milhões de pessoas direta e indiretamente, permitindo que o homem se fixe no campo, proporcionando assim melhores condições socioeconômicas para os pequenos produtores (WÜRZ et al., 2020).

O crescimento da agricultura no Brasil e a conscientização da população em relação à importância de uma alimentação saudável e equilibrada, tem favorecido o aumento do consumo de frutas, exercendo pressão a oferta de frutas no mercado (COSTA et al., 2014), com isso o mercado de frutas exóticas também ganhou impulso nos últimos anos e vem crescendo consideravelmente (WATANABE & OLIVEIRA, 2014). Neste contexto, a pitaya (*Hylocereus* spp.) vem sendo procurada pelo exotismo de sua aparência e também por suas características organolépticas (ANDRADE et al., 2007).

No Brasil ela ainda é considerada uma fruta exótica, apesar de serem encontradas espécies de pitaya nativas no Cerrado e matas de transição, principalmente espécies do gênero *Selenicereus* e *Hylocereus*, dentre elas a *S. setaceus*, popularmente conhecida como pitaya-do-cerrado ou “saborosa” (JUNQUEIRA et al., 2002).

O cultivo da pitaya teve um grande avanço em pesquisa na última década, quando despertou a atenção dos produtores brasileiros, principalmente devido a sua rusticidade e precocidade de produção, pois as condições ecológicas brasileiras contribuem para uma expansão positiva do mercado, porém ainda são poucas as áreas de pitaya cultivadas no Brasil, o que acarreta na necessidade de importação da grande parte dos frutos comercializados atualmente (NUNES et al., 2014). Segundo dados do Programa Brasileiro de Modernização do Mercado Hortigranjeiro, a comercialização da pitaya no país teve início em 2005 e a partir daí a oferta do produto cresceu rapidamente ano a ano, superando 2.000 ton em 2020, sendo que o estado de São Paulo é o que mais se destaca tanto pelo cultivo, quanto pelo volume comercializado (onde a cultura é cultivada em todos os municípios), seguido do Pará (Tomé Açú) e Santa Catarina (Turvo) (PROHORT, 2020).

A pitaya também apresenta um elevado potencial ornamental, mas seu uso mais comum é na alimentação, tanto in natura como em forma de sorvetes, saladas e vinhos (CHAGAS et al., 2014), pois os frutos da espécie *H. undatus* apresentam sabor agradável e levemente adocicado, além disso possuem alto potencial agrônomo e econômico. Acredita-se que um dos fatores que tem contribuído com o aumento do interesse no seu cultivo, é o fato de essas cactáceas representarem uma alternativa promissora para o desenvolvimento da fruticultura brasileira (SILVA et al., 2016). No entanto, ainda são muito limitadas as pesquisas sobre a cultura. Neste contexto, este trabalho tem por objetivo fazer uma revisão e o levantamento de informações técnico-científicas atualizadas sobre a cultura da pitaya.

### **Classificação botânica e origem**

As pitayas (*Hylocereus* spp.) pertencem à família Cactaceae, a qual apresenta aproximadamente 84 gêneros e 1.400 espécies, possivelmente originárias das Américas (Norte, Central e Sul) e amplamente distribuídas desde as zonas costeiras, passando pelas montanhas e florestas tropicais, sendo totalmente adaptáveis a novos ambientes (LUDERS & MC MAHON, 2006). É conhecida por ter sido utilizada por milhares de anos pelos povos indígenas das Américas (ORTIZ- HERNÁNDEZ & CARRILLO-SALAZAR, 2012), tendo seu centro de origem em regiões áridas e semi-áridas do México, Peru, Argentina e Chile (WALLACE & GIBSON, 2002). Em meados do século XIX, a pitaya foi introduzida por sacerdotes franceses na "Indochina", formada por Vietnã, Laos e Camboja. Em 1995, o Vietnã foi o primeiro país a vender pitayas nos mercados mundiais, sob o nome de Fruta do Dragão, por conta do seu aspecto externo que remete às escamas e também, por seu nome

ser de origem indígena e significar “fruta-escamosa”.

No entanto, hoje em dia, a pitaya é cultivada e comercializada em mais de 20 países, sendo a Índia, a maior produtora mundial dessa fruta, muito à frente de todos os outros países juntos, onde centenas de milhares de toneladas são transportadas e vendidas para todo o mundo anualmente (MIZRAHI, 2014).

No Brasil, as cactáceas estão representadas por 37 gêneros, ocorrendo em ambientes diversos como Cerrado, a Caatinga e a Mata Atlântica (CAVALCANTE, 2008). As espécies dessa família normalmente são adaptadas a ambientes extremamente quentes ou áridos, apresentando ampla variação anatômica e capacidade fisiológica de conservar água. A modificação caulinar é comumente chamada de cladódio.

Na América Latina, existem diferentes espécies cultivadas que são comumente denominadas pitayas, o que torna a classificação botânica difícil. No entanto, todas as espécies estão agrupadas em quatro gêneros principais: *Stenocereus* (Britton & Rose), *Cereus* (Mill), *Selenicereus* (Riccob) e *Hylocereus* (Britton & Rose) (BRITTON & ROSE, 1963). As mais conhecidas são a pitaya ‘amarela’ ou ‘colombiana’ [*Selenicereus megalanthus* (K. Schum. Ex Vaupel) Moran], que possui a casca amarela, com espinhos, e polpa branca, e a pitaya ‘vermelha’, cujos frutos podem possuir casca vermelha e polpa branca [*Hylocereus undatus* (Haworth) Britton & Rose ex Britton] ou vermelha (*Hylocereus polyrhizus* F.A.C. Weber ex. K. Schumann) Britton & Rose. Há ainda uma subespécie de *H. undatus* (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britt. & Rose subsp. *luteocarpus*) que possui a casca amarela e polpa branca, e apresenta frutos alongados. No Brasil, há uma espécie nativa do Cerrado brasileiro, conhecida como pitaya ‘baby’ ou ‘saborosa’, [*Hylocereus setaceus* (Salm Dyck ex DC.) Ralf Bauer], que apresenta casca vermelha, com espinhos, e polpa branca (JUNQUEIRA et al., 2002), e que já apresenta pequenas áreas de cultivo.

Lima (2013) caracterizou a pitaya como sendo uma planta perene, que geralmente cresce sobre árvores, muros ou pedras. As plantas desenvolvem numerosas raízes adventícias que contribuem na absorção de nutrientes e na fixação da planta à estrutura. Os cladódios (segmentos de caules) são triangulares, suculentos e apresentam espinhos com 2 a 4 mm de comprimento. Os frutos são globosos ou subglobosos, com diâmetro variável, podendo ser de coloração amarela ou vermelha, coberto com brácteas ou espinhos. Sua polpa pode apresentar a coloração branca ou rosa e é rica em fibras com excelentes qualidades digestivas e de baixo teor calórico. As flores nascem nas axilas dos espinhos, são hermafroditas, vistosas, medem 15 a 30 cm de comprimento, com antese de período



noturno e, dependendo da espécie, as colorações das pétalas podem ser brancas cremosa ou rosas.

A pitaya é uma espécie que possui picos de florada no verão e apresenta um florescimento médio durante o ano, chegando a registrar de 4 a 6 picos dependendo da região, pois é uma espécie dependente do fotoperíodo, caracterizando-se como de dias longos (LUDERS & MC MAHON, 2006) e para se ter uma boa floração, alguns fatores são determinantes como umidade, luz, temperatura e macro e micro nutrientes; a polpa dos frutos é formada a partir do desenvolvimento do ovário e a casca a partir do receptáculo que circunda o ovário (MIZRAHI & NERD, 1999).

Na literatura internacional registram-se como agentes polinizadores da pitaya as abelhas (*Apis mellifera*), determinadas espécies de morcegos e coleópteros (*Bombus* sp). No Brasil até o presente momento, apenas foram verificadas abelhas e mariposas. Em algumas variedades ou espécies pode haver autopolinização, hoje se buscam variedades auto férteis, pois com isso, ocorre a diminuição da mão de obra, deixando o cruzamento por conta dos insetos. Porém algumas variedades necessitam de polinização cruzada, por serem auto incompatíveis. Contudo, os produtores de pitaya optam, em seus novos plantios, por variedades que tenham sua fecundação sem a interferência do homem (pela polinização manual) para a obtenção de produções comerciais, garantindo assim que haja fecundação das plantas e a máxima frutificação no pomar.

### **Importância socioeconômica no Brasil**

O cultivo da pitaya no Brasil teve seu início na década de 1990, onde a espécie *Hylocereus undatus* passou a ser cultivada no estado de São Paulo, pioneiro no cultivo dessa frutífera, sendo a região de Catanduba a principal produtora. Já na década de 2000 outras espécies do mesmo gênero foram introduzidas no país como *Hylocereus polyrhizus*, além da descoberta de uma pitaya nativa do Brasil, denominada pitaya do Cerrado ou “Saborosa” (*Selenicereus setaceus*) (JUNQUEIRA et al. 2002), sendo registrada também em regiões de brejo de altitude no estado da Paraíba (TORRES et al. 2009). Atualmente destacam-se como maiores produtores, os estados de São Paulo, Pará, Santa Catarina, Minas Gerais, Ceará, Paraná, Rio Grande do Sul e Goiás, sendo o primeiro responsável por 80% da quantidade comercializada na CEAGESP em 2019, sendo 116º produto mais comercializado (CEAGESP, 2020). Em São Paulo, a pitaya é produzida em 49 municípios, tendo se aclimatado muito bem, com produção de frutos nos meses de dezembro a maio, e produtividade média anual de 14 toneladas de frutos por hectare (BASTOS et al. 2006). As regiões de Amparo, Presidente Prudente e São José do Rio Preto são as mais importantes e

as cidades de Itupeva, Narandiba, Cedral, Arthur Nogueira e Ourinhos, juntas, são responsáveis por mais de 50% da produção do estado.

No Brasil, as espécies disponíveis comercialmente são *H. undatus*, fruto com coloração da casca vermelha-rosa, com polpa branca e sementes escuras; a espécie *H. costaricensis* ou *H. polyrhizus*, que são as chamadas pitayas vermelhas, que além de cor avermelhada-rosa na casca, apresentam polpa vermelha-púrpura brilhante e a pitaya de casca amarela com espinhos e polpa branca, da espécie *Selenicereus megalanthus* (K. Schumann ex Vaupel) Moran, muito difundida na Colômbia (DUEÑAS et al. 2009) e ainda pouco conhecida no Brasil.

O cultivo da pitaya vem chamando atenção de diversos produtores e tem se tornado uma importante fonte de renda para a agricultura familiar em virtude do alto valor agregado e a crescente procura pelo mercado consumidor, chegando a ser comercializada por cerca de R\$ 50,00/kg, se tornando um atrativo para os agricultores.

### **Propagação**

A pitaya pode ser propagada tanto sexuada, quanto assexuadamente, sendo utilizado o método sexual quando se objetiva obtenção de variabilidade, para programas de melhoramento da espécie (HERNÁNDEZ, 2000), pois apesar de apresentarem uma alta porcentagem de germinação e viabilidade, as novas plântulas apresentam um período juvenil muito longo, chegando a levar de 6 a 8 anos para começarem a frutificar, além da variabilidade genética que afeta a produção e qualidade final dos frutos. A juvenilidade é um estágio também conhecido como vegetativo da planta, no qual a planta não se reproduz e apresenta as mais altas taxas de crescimento no primeiro terço desse estágio, as quais são reduzidas à medida que a planta se aproxima da maturidade (BENICASA & LEITE, 2004).

Quando se busca produzir uma planta genotipicamente idêntica à planta-mãe, deve-se utilizar a propagação por via vegetativa, sendo a estaquia e enxertia as formas mais utilizadas. Outro método que pode ser utilizado é a propagação in vitro, sendo indicado em ocasiões quando o material vegetativo que se deseja multiplicar é muito escasso e de grande importância, uma vez que é um método relativamente caro e que necessita de uma estrutura especializada, com profissional apto, podendo ser um método útil para a conservação de germoplasma. Vários autores relatam que é possível a propagação in vitro, com sucesso, de

*H. undatus* (DAHANAYAKE & RANAWAKE, 2011), *H. polyrhizus* (KARI et al., 2010), *H. costaricensis* (VIÑAS et al., 2012) e *H. megalanthus* (CREUCÍ et al., 2011).

A propagação da pitaya por estaquia é o método mais comum, simples e preferível, por ser uma forma rápida e barata de reprodução, devido a promover uma reprodução fiel da planta-mãe, resultando em frutificação mais precoce comparado as plantas obtidas por semente (SILVA, 2014). Muitas vezes são utilizados materiais residuais da poda e geralmente, os próprios produtores realizam a multiplicação de suas plantas quando desejam aumentar a área de cultivo, selecionando materiais de plantas que apresentem as características desejadas.

Plantas oriundas de estacas iniciam o florescimento entre um e dois anos após o plantio e podem ser utilizados para as estacas: cladódios inteiros ou segmentos (BASTOS et al., 2006, MARQUES et al., 2012), para o caso de quando a quantidade de material vegetativo for escassa, pois a utilização de estacas menores, com 20 - 25 cm, são eficientes e emitem muitas brotações (MOREIRA et al., 2017).

A enxertia é uma prática muito utilizada na fruticultura sendo, nas cactáceas, realizada principalmente em espécies ornamentais (MONDRAGON-JACOBO & BORDELON, 1996), utilizando-se a pitaya como porta-enxerto para espécies mutantes que não são capazes de efetuar a fotossíntese. Porém já existem produtores realizando esse método em pitayas, onde se utilizam como porta-enxertos, plantas oriundas de sementes, nas quais são enxertadas em cladódios maduros. A enxertia da pitaya pode ser feita em porta- enxertos previamente enraizados ou não. Neste segundo caso, o enraizamento do porta- enxerto e a união da enxertia ocorrem ao mesmo tempo, o que é vantajoso, em relação à enxertia convencional, devido à economia de tempo na produção da muda, uma vez que não é necessário um tempo maior em viveiro para a obtenção dos porta-enxertos (SILVA et al., 2016).

A união dessas duas plantas, que podem ser de uma mesma espécie ou até mesmo de gêneros diferentes, irá resultar em uma planta com características favoráveis, como vigor e tolerância a fatores bióticos e abióticos adversos. A enxertia apresenta como vantagens a obtenção mais rápida de novas brotações e a diminuição do tempo de frutificação, quando comparado a estaquia. Comercialmente esta prática ainda não é utilizada, porém, em virtude das vantagens que proporciona, apresenta potencial para utilização em condições específicas.

## **Implantação do pomar**

O cultivo da pitaya depende muito das condições climáticas e manejo adequado do produtor. Apesar de ser uma cultura rústica, ela é responsiva à irrigação, adubação e sombreamento. Para que o produtor consiga frutos de qualidade é necessária a adoção de tecnologias que favoreçam o desenvolvimento dos frutos, para que possam expressar ao máximo seu sabor (SILVA et al., 2016).

O recomendado, na implantação de um pomar, é utilizar material de procedência conhecida, sadio e produtivo. Existe pouca produção de mudas em viveiros, porém atualmente é possível adquirir material de qualidade em empresas especializadas. O valor de cada cladódio (muda) pode variar de R\$ 10,00 a R\$ 250,00, dependendo da sua origem e deve-se atentar a idade do cladódio, que é o fator de maior relevância para a comercialização. Outra forma de iniciar o plantio seria a compra de material vegetal de outro produtor, desde que apresente qualidade fitossanitária e, a partir desse material, o produtor realiza a multiplicação e obtém suas próprias mudas.

Os cladódios devem apresentar de 20 – 45 cm de comprimento para a comercialização, dessa forma os riscos com a desidratação dos mesmos durante o transporte serão menores. Os cladódios devem ser alocados em sacos plásticos e borrifados com água para manter a sua umidade e garantir uma boa preservação das mudas para o plantio.

Segundo Marques et al. (2012), o investimento em um novo produto é sempre um fator que gera dúvida para o produtor que quer saber qual a geração de benefícios em longo prazo, já que irá ter gastos consideráveis. Deve-se levar em conta todos os aspectos de ordem técnica e financeira para que o produtor tenha garantia de retorno no empreendimento, melhorias na sua condição sócio-econômica e um aproveitamento racional no uso da terra (FACHINELLO et al., 1996).

Embora a pitaya seja considerada uma cultura rentável, é fundamental a realização de pesquisas mostrando não apenas resultados referentes à parte técnica relacionada ao manejo da cultura e das características genéticas das variedades, mas também aos referentes ao rendimento econômico da cultura na região que se pretende implantá-la (MARQUES et al., 2012).

## **Condições edafoclimáticas**

As plantas apresentam grande capacidade de adaptação às diferentes condições ambientais, podendo ser encontradas tanto em regiões quentes e úmidas, com temperatura entre 18 e 27°C, como em regiões com clima seco, com temperaturas acima de 35° C, porém não suportam temperaturas abaixo de 4° C, sendo sensível à geada. A temperatura ótima para o crescimento da pitaya verificou-se ser entre 20 a 30°C (BEN-ASHER et al., 2006). O pH do solo ideal para o seu cultivo pode variar entre 5,5 a 6,5, rico em matéria orgânica, bem drenado e de textura bem solta. É importante que não estejam compactados e não estejam sujeitos à encharcamento.

A cultura não é muito exigente em tratos culturais. Dependendo das condições pluviométricas regionais, exige-se irrigação, dando atenção especial na fase de crescimento vegetativo. Essa irrigação pode ser realizada através de gotejamento (LIMA, 2013).

Com relação a radiação solar, quando cultivadas em locais com grande intensidade luminosa as plantas apresentam amarelecimento dos cladódios, podendo chegar à morte. Nesses locais é recomendado que estas sejam cultivadas sombreadas, sob telas com variação entre 30 e 60% de sombra, de acordo com a espécie, pois para crescerem e se desenvolverem elas necessitam de sombreamento, já para que haja a frutificação, elas necessitam de luminosidade (PRESTES, 2019 – Informe verbal). Porém, é importante que o sombreamento não seja excessivo, uma vez que o excesso também pode provocar danos à cultura, reduzindo severamente o crescimento das plantas, além de interferir na floração, levando a uma redução na produtividade, pois a pitaya é considerada planta de dias longos, apresentando fotoperíodo crítico de doze horas, sendo que o fotoperíodo influencia na formação de gemas floríferas.

## **Sistemas de condução**

Por ser uma planta de hábito escandente, incapaz de suportar o seu peso, a pitaya necessita de tutoramento para seu cultivo. No Brasil são utilizados principalmente tutores artificiais, sendo os mais comuns mourões de madeira e postes de concreto, atingindo aproximadamente 1,40 m de altura e na extremidade desse mourão é indicado colocar um suporte transversal para que dê a sustentação necessária às brotações produtivas. Muitos produtores optam pelo uso de pneus cortados ao meio, por serem de fácil aquisição (PRESTES & SAWADA, 2020).

Outra alternativa que pode ser utilizada são os tutores vivos (árvores), utilizando-se vegetação pré-existente (algum plantio perene abandonado) ou plantando-se os tutores, porém essa prática não é comum no país.

Na escolha de um tutor, deve-se levar em conta a vida útil da pitaya e do tutor, o custo e a manutenção, atentando-se que ele deve ser forte o suficiente para aguentar a massa verde produzida pela pitaya. O tempo de duração de uma planta de pitaya produzindo é de aproximadamente 30 anos, portanto, deve-se pensar num tutor com uma vida útil correspondente ao mesmo tempo de vida da planta, pois os mourões de madeira tratada terão uma durabilidade inferior (aproximadamente 12 anos), muitas vezes apodrecendo na sua base, necessitando assim, de encostas reforçadas, pois com o peso da planta ele poderá acabar cedendo (PRESTES, 2019 – Informe verbal).

No caso da escolha de tutores vivos, deve-se dar atenção às podas de condução e de abertura da copa, para que o sombreamento não seja excessivo. A vantagem do uso de tutores vivos é que não há necessidade do uso de tela de sombreamento, além de ser possível seu aproveitamento em sistemas agroflorestais (SAF) (SILVA et al., 2016).

Após a escolha do tutor, deve-se ter cuidado em utilizar o espaçamento adequado para a sua fixação. O mais comumente utilizado é de 2,5m entre plantas e 4m entre fileiras, para que se possa ter espaço para a entrada do trator no pomar, porém também são utilizados 2x3, 2x4 e 3x4.

Levando-se em conta um espaçamento de 3 x 4, para 1 ha serão necessários 836 mourões, sendo que o valor do mourão de madeira (eucalipto) está em torno de R\$ 20,00 a unidade e o mourão de concreto, a partir de R\$ 35,00 cada.

A condução da muda no tutor se faz efetuando-se o amarrão da mesma com barbante ou algum tipo de tira de tecido para conduzir o processo de crescimento da planta no sentido do mourão. Não é recomendado o plantio de apenas uma planta por mourão, o ideal é que se plante de 2 a 3 mudas, devido ao melhor aproveitamento de espaço e a facilitação na formação de uma copa produtiva (PRESTES, 2019 – Informe verbal).

Outro fator importante no momento da condução das plantas de pitaya é a altura do suporte por onde as brotações irão apoiar-se. É recomendado que estes sejam fixados à uma altura de 1,40 m a 1,50 m para que no momento dos tratos culturais, podas e colheita, o produtor não encontre maiores dificuldades.

## **Adubação e nutrição**

Apesar de ser uma planta rústica, plantas de pitaya requerem um ambiente radicular rico em matéria orgânica, para que se mantenha aerado e um equilíbrio em nutrientes, tais como nitrogênio, potássio e fósforo (ORTIZ-HERNANDEZ, 2012). O nitrogênio é requerido durante o crescimento vegetativo até o pré-florescimento por estimular a emissão de raízes e brotações (LUDERS & MC MAHON, 2006), o potássio está relacionado à translocação de carboidratos e regulação da abertura e fechamento dos estômatos (MARENCO & LOPES, 2011) e o fósforo é necessário para o seu crescimento e formação do fruto (MARENCO & LOPES, 2011; MOREIRA et al. 2020).

Os adubos orgânicos podem ser: composto orgânico, vermicomposto, esterco de gado, cama de aviário, restos orgânicos, restos de cultura, adubação verde, de maneira geral, todos os materiais encontrados na propriedade agrícola podem ser utilizados como cobertura de solo e posterior transformação em adubo orgânico.

Antes do plantio deve ser feita uma aplicação de calcário dolomítico (Ca e Mg) para diminuir a acidez e fornecer cálcio e magnésio às plantas, juntamente com adubo fosfatado, obedecendo avaliação da análise do solo, e misturar ao solo. Como as raízes da pitayeira são superficiais, o entorno da planta deve ser mantido com uma cobertura morta para evitar o crescimento de mato e proteger as mesmas contra o ressecamento, e assim, fornecer um equilíbrio térmico (PRESTES & SAWADA, 2020).

É recomendado a aplicação de fosfato simples (500g/planta = 800 kg/ha) logo na saída do inverno, para energizar a planta e no mês anterior a florada, aplicar nitrogênio e potássio para estimular a frutificação, sempre na proporção 1:2 (N:K) (PRESTES & SAWADA, 2020).

## **Fatores que podem causar danos em pitayas**

Um dos principais danos que ocorrem nas pitayeiras são os danos por choque térmico, quando ocorre uma queda brusca de temperatura, variando de 10°C, num período de 24hs. Esse dano geralmente ocorre na entrada do inverno. Para amenizar e evitar maiores danos, recomenda-se a aplicação de anti-estressantes nas plantas, que são produtos à base de aminoácidos, e também a proteção mecânica dessas plantas com o uso de sombrites, pois além das baixas temperaturas, a geada é outro fator que causa danos graves à cultura (PRESTES, 2019 – Informe verbal).

Outro dano muito importante observado na pitayeira que pode colocar em risco a colheita, é o causado pelas cochonilhas cabeça-de-prego (nos cladódios), escama e vígula (ambas nos frutos), onde no cladódio irão causar lesões que também servirão de entrada para fungos e bactérias. É indicado aplicar óleo mineral ou óleo vegetal agrícola, numa pulverização com água, a 0,5% no verão e até 1% no inverno, que formará uma película oleosa que irá combater a cochonilha por asfíxia (PRESTES, 2019 – Informe verbal).

As abelhas irapuás (*Trigona spinipes*) (Hymenoptera: Apidae: Meliponinae) são conhecidas por provocarem muitos danos no fruto, depreciando o produto final, pois elas raspam toda a casca do fruto. O ataque pode ocorrer tanto no fruto verde quanto maduro. Quando ocorre com ele ainda verde, a superfície raspada fica necrosada, marrom, o que diminui e muito seu valor comercial, uma vez que o principal atrativo da fruta é sua aparência exótica. Quando o ataque é severo, além da necrose, verificam-se furos no fruto, inviabilizando sua comercialização. Além disso, a exposição dos tecidos também pode se tornar porta de entrada para patógenos, acarretando em mais problemas (COSTA et al., 2017).

Formigas (*Atta sexdens* e *Solenopsis* sp.) também podem causar os mesmos danos que a abelha irapuá e, além dos frutos, danificam também cladódios jovens (COSTA et al., 2017).

Em relação às doenças, são poucas as que ocorrem na cultura no Brasil e, geralmente são tratadas através de poda dos ramos afetados e da aplicação preventiva de fungicidas cúpricos. As principais doenças relatadas são a antracnose e a bacteriose, que ocorrem principalmente durante a estação chuvosa. Em outros lugares como na China e Flórida são relatados problemas com o fungo *Bipolaris cactivora* causando podridão em flores e frutos em algumas espécies de pitaya (*Hylocereus costaricensis*) (QIU et al., 2020).

## **Colheita**

A colheita é um dos processos mais sensíveis e importantes durante a produção da pitaya, sendo realizada manualmente, cortando-se o pedúnculo do fruto com cuidado, com o auxílio de uma tesoura. É recomendado que os trabalhadores utilizem luvas e uniformes apropriados para proteção contra os espinhos durante o manuseio de retirada dos frutos (PRESTES & SAWADA, 2020).

O desempenho de produção da cultura da pitaya é dependente de fatores como: variedade, idade da planta e sistema de cultivo. Em sistemas utilizando tutores individuais, são obtidos cerca de 10 a 20 frutos por planta em cada florada, apresentando cada um deles um peso médio de 400 g, sendo que em seis colheitas/ano é possível alcançar de 24 a 48 toneladas/ano por (PRESTES & SAWADA, 2020).

O período de produção da pitaya concentra-se entre os meses de dezembro a maio, nas regiões centro e sul registrando 6 floradas. É importante que a colheita seja realizada na época correta, pois caso contrário, ela não completará seu amadurecimento após a separação da planta, por ser uma fruta não climatérica. O ponto de colheita da pitaya é determinado quando o fruto atingir a coloração de rosa a vermelho intenso da casca (para as espécies de coloração de casca vermelha), com textura ainda firme da polpa e com as sépalas da mesma coloração do fruto, dentro de um período de 30 a 40 dias após a antese, para a espécie *Selenicereus megalanthus* (casca com coloração amarela), o ponto de colheita é determinado pela firmeza da polpa e pelo período de dias após a antese de 125 dias em clima tropical (PRESTES, 2019 – Informe verbal).

Por ser uma fruta tropical, em condições ambientais, deteriora-se com certa facilidade e, como resultado, a vida útil pós colheita para comercialização é curta, aproximadamente de seis a oito dias. Porém sua vida útil pode ser prolongada por até 25 dias, quando armazenada a uma temperatura de 8°C a 13°C (DUARTE et al., 2017; GONG et al., 2019).

### **Propriedades nutraceuticas**

A pitaya é uma fruta que vem ganhando grande visibilidade por ter um elevado potencial de aproveitamento na culinária brasileira, podendo ser utilizada em molhos, saladas, sucos, geleias, sorvetes, iogurtes, doces, como corante de alimentos, como polpa e in natura. Suas propriedades nutricionais e coloração de polpa vibrante, fazem com que ela possa ser utilizada como matéria-prima na elaboração de vários tipos de bebidas, incluindo bebidas alcoólicas e não alcoólicas.

A fruta é considerada altamente nutritiva, conferindo inúmeros benefícios à saúde por apresentar um alto teor de água, minerais e açúcares, compostos antioxidantes e de baixo valor calórico. A pitaya vermelha é rica em fibras, potássio e antioxidantes (JERONIMO, 2016).

O fruto ainda é rico em vitaminas, auxilia no processo digestivo e segundo conhecimento popular, tem efeito benéfico em gastrites. Também é preventivo contra o câncer de cólon e diabetes, ajuda a neutralizar substâncias tóxicas como metais pesados, reduz os níveis de colesterol e as altas pressões do sangue, além dos cladódios e as flores serem usados contra problemas renais.

Com relação ao potencial antioxidante, vários estudos apontam que a pitaya é rica em antioxidantes e betacianina e que as espécies da família Cactaceae são fonte de betaninas, filocactinas, hilocereninas, betacianinas com 5-O-glicosídeos e 6-O-glicosídeos. Kim et al. (2010) investigaram a atividade antioxidante, a ação de polifenóis totais e flavonóides, contra vários radicais livres presentes nas polpas e cascas de pitayas brancas e vermelhas de origem coreana. Nesse estudo os autores verificaram que o conteúdo de polifenóis e flavonóides do extrato metanólico da casca de pitaya vermelha e da casca de pitaya branca foram de aproximadamente três e cinco vezes maiores do que na polpa desses frutos, respectivamente.

Em outro estudo, realizado por Herbach et al. (2006), utilizando a pitaya *Hylocereus costaricensis*, observou-se propriedades antiinflamatória e antidiabética no fruto. Molina et al. (2009) extraíram da casca um látex que hidrata a pele. O óleo da semente da pitaya contém níveis consideráveis de lipídios, podendo ser utilizado como uma nova fonte de óleo essencial (LIM et al., 2010).

### **Perspectivas futuras para a cultura no Brasil**

O plantio de pitaya encontra-se em ampla expansão no Brasil e por ser uma planta que aceita uma boa variação climática, hoje temos produtores de pitayas em todos os estados do país.

É uma fruta com aportes altos de antioxidantes, fibras e ômega, e isso a torna um alimento funcional desejado pelos adeptos de uma alimentação saudável e pelos profissionais da saúde. Seu consumo tende a ganhar, cada vez mais, popularidade e conseqüentemente, como toda a disponibilidade de oferta, uma melhor acessibilidade para o público consumidor e essa melhor acessibilidade de preço é sempre benéfica para o produtor e o consumidor, tendo em vista as demandas de mercado. Os mercados para comercialização da pitaya são diversos, sendo vendidas de porta em porta, em feiras populares, em mercados de bairros, em redes de supermercados e nas CEASAS.

A busca dos produtores por variedades e cruzamentos que produzam mais, com maior resistência a pragas e doenças, maior adaptação as diversidades climáticas regionais e qualidades nutricionais, associadas ao domínio de técnicas de manejo adequadas e a área plantada, que também está maior, vêm aumentando a produtividade dos pomares, porém o Brasil ainda está longe de suprir a demanda, tanto pelo consumo interno e exportação, quanto pela necessidade da indústria para a elaboração de produtos que tenham a pitaya como matéria-prima. Contudo, não é difícil imaginar o Brasil como um grande exportador dessa fruta futuramente, já que existem pomares comerciais em todo território brasileiro e, cada vez mais, vem conquistando novos fruticultores, por apresentar uma alta viabilidade econômica e por ser uma atrativa opção para a diversificação da propriedade rural.

\*PRESTES, D. N. dejalmoprestes@yahoo.com.br Informe verbal. Presidente Prudente, In: I Simpósio de Pitaya. Unoeste. Palestra sobre o cultivo da pitaya.

## Referências

ANDRADE, R. A.; MARTINS, A. B. G.; SILVA, M. T. H. Influência da fonte de material e do tempo de cura na propagação vegetativa da pitaya vermelha (*Hylocereus undatus* Haw). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, n.1, p.183-186, 2007. Available from: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452007000100039>>. Accessed: Dec. 13, 2020. doi: 10.1590/S0100-29452007000100039.

BASTOS, D. C., PIO, R., SCARPARE FILHO, J. A., LIBARDI, M. N., ALMEIDA, L. F. P. D., GALUCHI, T. P. D., & BAKKER, S. T. Propagação da pitaya 'vermelha' por estaquia. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.6, p.1106-1109, 2006. Available from: <<https://doi.org/10.1590/S1413-70542006000600009>>. Accessed: Nov. 22, 2020. doi: 10.1590/S1413-70542006000600009.

BEN-ASHER, J., NOBEL, P. S., YOSSOV, E., MIZHARI, Y. Net CO<sub>2</sub> uptake rates for *Hylocereus undatus* and *Selenicereus megalanthus* under field conditions: Drought influence and a novel method for analyzing temperature dependence. **Photosynthetica**, Prague, v.44, n.2, p.181- 186, 2006. Available from: <<https://doi.org/10.1007/s11099-006-0004-y>>. Accessed: Nov. 22, 2020. doi: 10.1007/s11099-006-0004-y.

BENINCASA, M. M. P.; LEITE, I. C. **Fisiologia vegetal**. Jaboticabal, SP: FUNEP, 2004. p.169.

BRITTON, N. L., ROSE, J. N. **The Cactaceae: Descriptions and Illustrations of Plants of the Cactus Family**. Devor Publications: New York, 1963.1v.

CAVALCANTE, I. H. L. **Pitaya: propagação e crescimento de plantas**, 2008. 94f. Tese de Doutorado. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

CEAGESP. **Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo**. Dados 2020. Disponível em: <<http://www.ceagesp.gov.br>> Accessed from: Out. 30, 2020.

CHAGAS, E. A.; FLORES, P. S.; PIO, R.; CHAGAS, P. C.; ARAÚJO, M. C. R.; MAGALHÃES, H. M. Pitaya. In: PASQUAL; M.; CHAGAS, E. A. (Org.). **Cultura de Tecidos em Espécies Frutíferas**. 1 ed. Boa Vista: 2014, cap.3, p.237.

COSTA, A. C., RAMOS, J. D., SILVA, F. O. D. R., DUARTE, M. H. Floração e frutificação em diferentes tipos de cladódios de pitaiia-vermelha em Lavras -MG. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 1, p. 279- 284, 2014. Available from:

<<https://doi.org/10.1590/0100-2945-304/13>>. Accessed: Nov. 15, 2020. doi: 10.1590/0100-2945-304/13.

COSTA, A. C., RAMOS, J. D., MENEZES, T. P. D., LAREDO, R. R., & DUARTE, M. H. Quality of pitaya fruits submitted to field bagging. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39(SPE), 2017. Available from: <<https://doi.org/10.1590/0100-29452017377>> Accessed: Dec. 20, 2020. doi: 10.1590/0100-29452017377.

CREUCÍ, M. C.; TAMOYO, F. O.; MUÑOZ, J. E.; MORALES, J. G.; SUÁREZ, R. S.; SANDOVAL, C. L.; MARTÍNEZ, M. A.; CAÑAR, D. Y.; PEÑA, R. D.; SÁNCHEZ, E. P.; GALÍNDEZ, E. M.; ROJAS, R. D.; JIMÉNEZ, J. R. BENAVIDES, A. E.; PÉREZ, L. F. Enfoque multidisciplinario para solución en el agro colombiano: el caso pitahaya amarilla *Selenicereus megalanthus*. **Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas**, Colômbia, v. 23, p. 52-64, 2011. Available from:

<<https://revistaaccb.org/r/index.php/accb/article/view/33>>. Accessed: Out. 30,2020.

DAHANAYAKE, N.; RANAWAKE, A. L. Regeneration of dragon fruit (*Hylocereus undatus*) plantlets from leaf and stem explants. **Tropical Agricultural Research & Extension**, Peradeniya, v. 14, n. 4, p. 85-89, 2011. Available from:

<<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20123184267>>. Accessed: Nov. 14,2020.

DUARTE, M. H.; QUEIROZ, E. de R.; ROCHA, D. A.; COSTA, A. C.; ABREU, C. M. P. de. Quality of pitaya (*Hylocereus undatus*) submitted to organic fertilization and stored under refrigeration. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, 2017. Available from:

<<https://doi.org/10.1590/1981-6723.11515>>. Accessed: Nov. 15, 2020. doi: 10.1590/1981-6723.11515.

DUEÑAS, Y. M., NARVÁEZ, C. E., RESTREPO, L. P. Choque térmico mejora la aptitud al almacenamiento refrigerado de pitaya amarilla. **Agronomía Colombiana**, v. 27, n. 1, p.105-110, 2009. Available from: <<https://www.redalyc.org/pdf/1803/180314730014.pdf>>. Accessed: Nov. 24, 2020. doi: 1803/180314730014.

FACHINELLO, J.C.; KERSTEN, E. Fitorreguladores in: NACHTIGAL, J. C.; FACHINELLO, J.C. **Fruticultura - Fundamentos e Práticas**. Pelotas - RS: Editora e Grafica UFPEL, 1996, v. 1000, p. 311.

GONG, Y.; BI, X.; DENG, L.; HU, J.; JIANG, S.; TAN, L.; WANG, T.; LUO, X. Comparative Study on Cold Resistance Physiology of Red Pulp Pitaya and White Pulp Pitaya. **E3S Web of Conferences**, v. 131, n. 01113, 2019. Available from: <<https://doi.org/10.1051/e3sconf/201913101113>>. Accessed: Dec. 20, 2020. doi: 10.1051/e3sconf/201913101113.

HERBACH, K. M.; STINTZING, F. C.; ELSSB, S.; PRESTONB, C.; SCHREERB, P.; CARLEA, R. Isotope ratio mass spectrometrical analysis of betanin and isobetanin isolates for authenticity evaluation of purple pitaya-based products. **Food Chemistry**, v. 99, n. 1, p. 204–209, 2006. Available from: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.08.031>>. Accessed: Out. 23, 2020. doi: 10.1016/j.foodchem.2005.08.031.

HERNÁNDEZ, Y. D. O. **Hacia el conocimiento y conservación de la pitahaya (*Hylocereus* sp.)**. Oaxaca: Ed. IPN-CONACYT-SIBEJ-FMCN, n. 04, p. 124, 2000. Available from: <<http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=COLPOS.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=037319>>. Accessed: Nov. 22, 2020.

Signatura:SB379.P53 O7.

JERONIMO, M. C. **Caracterização química, físico-química, atividade antioxidante e avaliação dos efeitos citotóxicos da pitaya vermelha [*Hylocereus undatus* (haw.) Britton & Rose] cultivada no Brasil**. 2016. 56p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília.

JUNQUEIRA, K. P.; JUNQUEIRA, N. T. P.; RAMOS, J. D.; PEREIRA, A. V. **Informações preliminares sobre uma espécie de pitaya do Cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados – Documentos (INFOTECA-E), 2002. Online. Available from: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/566991/1/doc62.pdf>> Accessed: Out. 12, 2020.

KARI, R.; LUKMAN, R. L.; ZAINUDDIN, R.; JA'AFAR, H. Basal media for in vitro germination of red-purple dragon fruit *Hylocereus polyrhizus*. **Journal of Agrobiotechnology**, Gong Badak, v.1, p. 88-93, 2010. Available from: <<http://www.journal.unisza.edu.my>>. Accessed: Nov. 18, 2020.

KIM H., MOON, J. Y., KIM, H., LEE, D. S., CHO, M., CHOI, H. K., CHO, S. K.. Antioxidant and antiproliferative activities of mango (*Mangifera indica* L.) flesh and peel. **Food Chemistry**, v. 121, n. 2, p. 429-436, 2010. Available from: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.12.060>>. Accessed: Nov. 13, 2020. doi: 10.1016/j.foodchem.2009.12.060.

LIM, H. K., TAN, C. P., KARIM, R., ARIFFIN, A. A., BAKAR, J. Chemical composition and DSC thermal properties of two species of *Hylocereus* cacti seed oil: *Hylocereus undatus* and *Hylocereus polyrhizus*. **Food Chemistry**, v. 119, n. 4, p. 1326-1331, 2010. Available from: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.09.002>>. Accessed: Out. 22, 2020. doi: 10.1016/j.foodchem.2009.09.002.

LIMA, C. A. **Caracterização, propagação e melhoramento genético de pitaya comercial e nativa do Cerrado**. 2013. 124f. Tese de Doutorado. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília.

LUDERS, L., MC MAHON, G. **The pitaya or dragon fruit (*Hylocereus undatus*)**. Australia: Department of Primary Industry, Fisheries and Mines. 2006. Available from: <[https://dpiir.nt.gov.au/\\_data/assets/pdf\\_file/0004/232933/778.pdf](https://dpiir.nt.gov.au/_data/assets/pdf_file/0004/232933/778.pdf)>. Accessed: Nov. 14, 2020.

MARENCO, R. A. & LOPES, N. F. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Viçosa: UFV. 2011. 486 p.

MARQUES, V. B.; MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; ARAÚJO, N. A.; CRUZ, M. C. M. Profundidade de plantio e dominância apical na estaquia de pitaiia vermelha. **Semina: Ciências Agrárias, Londrina**, v. 33, n. 6, p. 2091-2098, 2012. Available from:

<<https://www.redalyc.org/pdf/4457/445744116006.pdf>>. Accessed: Nov. 14, 2020. doi: 10.5433/1679-0359.2012v33n6p2091.

MIZRAHI, Y. Pitaiia: uma nova fruta no mundo. **Revista Brasileira de Fruticultura** [online], Jaboticabal, v.36, n.1, p.124-138, 2014. Available from: <<https://doi.org/10.1590/0100-2945-452/13>> Accessed: Nov. 03, 2020. doi: 10.1590/0100-2945-452/13.

MIZRAHI, Y.; NERD, A. Climbing and columnar cacti—new arid lands fruit crops. In: JANICK, J. (Ed.). **Perspective in new crops and new crops uses**. Alexandria: ASHS, p. 358-366, 1999. Available from: <<https://hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1999/pdf/mizrahi.pdf>>. Accessed: Out. 20, 2020.

MOLINA, D. J., CRUZ, J. S. V., QUINTO, C. D. V. **Producción y exportación de la pitahaya hacia el mercado europeo**. 2009, 115f. Monografía (Especialización em Finanzas) – Facultad de Economía y Negocios.

MONDRAGON-JACOBO, C.; BORDELON, B. B. Cactus pear (*Opuntia* spp. Cactaceae) breeding for fruit production. **Journal of the Professional Association for Cactus Development**, Dakota, v. 7, p. 19-35, 1996. Available from: <<http://jpacd.org/jpacd/article/view/198>>.

MOREIRA, A. R., DE SOUZA, F. L. B., DA SILVA, R. T. L., DE OLIVEIRA, R. L. L., DOS SANTOS ALONÇO, A., DE OLIVEIRA NETO, C. F., DE SOUSA, S. K. A. Determinação do comprimento da estaca para a produção de mudas de pitaiia (*Hylocereus costaricensis*) em ambiente protegido. **Tecno-Lógica**, v. 21, n. 2, p. 41-45, 2017. Available from: <<https://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/view/8734/6081>>. Accessed: Dec. 20, 2020.

MOREIRA, R. A., DA CRUZ, M. D. C. M., FERNADES, D. R., & DE OLIVEIRA, J. Adubação fosfatada no crescimento e nos teores de nutrientes em cladódios de pitaiia vermelha. **Agrarian**, v. 13, n. 49, p. 377-384, 2020. Available from: <<https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/9148/5910>> Accessed: Dec. 20, 2020.

NUNES, E. N.; SOUSA, A. S. B.; LUCENA, C. M.; SILVA, S. M.; LUCENA, R. F. P.; ALVES, C. A. B.; ALVES, R. E. Pitaiia (*Hylocereus* sp.): Uma revisão para o Brasil. Embrapa Agroindústria Tropical-Artigo em periódico indexado (ALICE). **Gaia Scientia**, Paraíba, v.8, n.1, p.90-98, 2014. Available from: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1035273>>. Accessed: Nov. 15, 2020.

ORTIZ-HERNÁNDEZ, Y. D.; CARRILLO-SALAZAR, J. A. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a short review. **Comunicata Scientiae**, Teresina, v.3. n.4, p.220-237, 2012. Available from: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5022075>>. Accessed: Out. 25, 2020.

PRESTES, D. N. & SAWADA, A. **Como plantar pitaya**. 2020. Curso Online.

Available from:

<[https://comoplantarpitaya.com/?fbclid=IwAR05\\_CYFeLCdyT8S1b0ZkZLdCWY993e i9w3XV0GQBthz79c5VLxSRfScACo](https://comoplantarpitaya.com/?fbclid=IwAR05_CYFeLCdyT8S1b0ZkZLdCWY993e i9w3XV0GQBthz79c5VLxSRfScACo)> Accessed: Nov. 04, 2020.

PROHORT. Programa Brasileiro de Modernização do Mercado de Hortigranjeiro. Ministério da Agricultura. **Dados 2020**. 2020. Available from: <<http://dw.ceasa.gov.br/>>. Accessed: Out. 03, 2020.

SILVA, A. de C. C. da. **Pitaya: Melhoramento e produção de mudas**. 2014. 132f. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Agronomia: Produção Vegetal), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

SILVA, M.J.S.; LISBÔA, J.F.; LEITE, D.D.F.; SILVA, V.M.; FIGUEIRÊDO, R.M.F.

Pitaya: cactácea com características exóticas. **In: Anais do Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências**, CONASPEC, Campina Grande, v.1, 2016. Available from:< <https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/18160> > Accessed: Out. 14, 2020.

TORRES, L. B. V., SILVA, S. M., FÉLIX, L. P. Fruit characterization of a *Selenicereus C. F. setaceus* native from brejo micro region. Paraíba, Special Edition. **Acta Horticulturae (ISHS)**, v. 811, p. 149-154, 2009. Available

from:

<[https://www.actahort.org/books/811/811\\_17.htm](https://www.actahort.org/books/811/811_17.htm)>. Accessed: Nov. 15, 2020. doi: 10.17660/ActaHortic.2009.811.17.

QIU, F.; YANG, J.; XIE, C.; LI, X.; LI, J.; ZHENG, F. Q. First Report of *Bipolaris cactivora* Causing Flower Rot of Pitaya (*Hylocereus costaricensis*) in China. **Plant Dis**, 2020. Available from: <<https://doi.org/10.1094/PDIS-09-20-2055-PDN>>. Accessed: Dec. 20, 2020. doi: 10.1094/PDIS-09-20-2055-PDN. Epub ahead of print. PMID: 33258429.

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. **Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant**, Heidelberg v. 48, n. 5, p. 469-477, 2012. Available from: <<http://dx.doi.org/10.1007/s11627-012-9439-y>>. Accessed: Out. 24,2020. doi: 10.1007/s11627-012-9439-y.

WALLACE, R. S.; GIBSON, A. C. **Evolution and Systematics**. In: Park S. Nobel (ed.). *Cacti: Biology and Uses*. Ed. University of California Press. California, EUA. 2002, 280 p.

WATANABE, H. S.; OLIVEIRA, S. L. Comercialização e frutas exóticas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.36, n.1, p.023-038, 2014. Available from: <<https://doi.org/10.1590/0100-2945-443/13>>. Accessed: Nov. 24, 2020. doi: 10.1590/0100-2945-443/13.

WÜRZ, D. A., CAMPOS, J. L. N., ALTMANN, H. M., FARIAS, E. V., FERREIRA, P. Capacitação online sobre fruticultura e viticultura: adaptação e inovação em tempos de pandemia. In: 9º SIMPÓSIO DE INTEGRAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO

SUL CATARINENSE - SICTSUL.27, outubro. 2020. Online. Available from: <<https://eventoscientificos.ifsc.edu.br/index.php/sictsul/9-sict-sul/paper/viewPaper/3048>> Accessed: Dec. 20, 2020.

## **ARTIGO 2**

*À ser submetido à Revista Acta Scientiarum Agronomy*

(Será submetido em inglês)

### **Concentrações de ácido bórico e temperaturas na conservação de grãos de pólen de diferentes espécies de pitaya**

Mariana Larrondo Bicca, Camila Schwratz Dias, Juliana Padilha da Silva, Flávia Lourenço, Dejalmo Nolasco Prestes, Marcelo Barbosa Malgarim

## ARTIGO 2

### Concentrações de ácido bórico e temperaturas na conservação de grãos de pólen de diferentes espécies de pitaya

#### Boric acid concentrations and temperatures in the conservation of pollen grains from different pitaya species

#### RESUMO

Uma das grandes dificuldades encontradas na produção de pitaya é a polinização, pois nem sempre os produtores conseguem realiza-la, já que as flores são noturnas. Saber como armazenar adequadamente o grão de pólen, para sua conservação, é um grande passo para os estudos de melhoramento genético, e um dos métodos utilizados para obter informações sobre a viabilidade do pólen é a germinação in vitro e um dos compostos que influenciam essa germinação é o ácido bórico. Nesse contexto, objetivou-se com esse trabalho, aferir a viabilidade do grão de pólen quando conservado na geladeira e determinar a concentração de ácido bórico que proporciona o maior comprimento de tubo polínico em germinação in vitro de grãos de pólen de diferentes espécies de pitaya. As flores foram ensacadas na noite anterior para evitar contaminações ou perdas. Os meios de cultura utilizados nos testes continham 6 g L<sup>-1</sup> de ágar, 100 g L<sup>-1</sup> de sacarose e 518 mg L<sup>-1</sup> de nitrato de cálcio. No primeiro experimento foram testadas cinco concentrações de ácido bórico (0, 150, 350, 550 e 750 mg L<sup>-1</sup>) em duas espécies de pitaya do gênero *Hylocereus* (*H. undatus* e *H. polyrhizus*). O segundo experimento contou com três espécies de pitaya (*Hylocereus undatus*, *Hylocereus polyrhizus* e *Selenicereus setaceus*) e dias de avaliação dos grãos de pólen (2, 4, 6 e 7). O terceiro experimento foram testadas seis temperaturas diferentes (20, 25, 30, 35 e 40° C) em seis variedades de pitayas (Roxa do Pará, *H. undatus* auto-fértil, Baby do Cerrado, Golden, Nicarágua e Híbrido SxU). As variáveis analisadas foram porcentagem de germinação e comprimento do tubo polínico (µm). As concentrações de 0 e 150mg L<sup>-1</sup> promoveram a germinação dos grãos de pólen e os maiores comprimentos do tubo polínico; as maiores porcentagens de germinação foram com 48 horas de armazenamento e o maior comprimento do tubo polínico foi verificado nas espécies *Hylocereus undatus* e *Selenicereus setaceus*; com relação as temperaturas testada, foi observado que com 30° C, a porcentagem foi maior que nas demais e as variedades que emitiram os maiores comprimentos de tubo polínico foram a Roxa do

Pará e a Golden.

**Palavras-chave:** *Hylocereus* sp., polinização, armazenamento, comprimento do tubo polínico.

## ABSTRACT

One of the great difficulties encountered in the production of pitaya is pollination, as producers are not always able to carry it out, since the flowers are nocturnal. Knowing how to properly store the pollen grain, for its conservation, is a big step for studies of genetic improvement, and one of the methods used to obtain information on pollen viability is in vitro germination and one of the compounds that influence this germination is boric acid. In this context, the objective of this work was to assess the viability of the pollen grain when kept in the refrigerator and to determine the concentration of boric acid that provides the greatest length of pollen tube in in vitro germination of pollen grains from different species of pitaya. The flowers were bagged the night before to avoid contamination or loss. The culture media used in the tests contained 6 g L<sup>-1</sup> agar, 100 g L<sup>-1</sup> sucrose and 518 mg L<sup>-1</sup> calcium nitrate. In the first experiment, five concentrations of boric acid (0, 150, 350, 550 and 750 mg L<sup>-1</sup>) were tested in two species of pitaya of the genus *Hylocereus* (*H. undatus* and *H. polyrhizus*). The second experiment had three pitaya species (*Hylocereus undatus*, *Hylocereus polyrhizus* and *Selenicereus setaceus*) and pollen grain evaluation days (2, 4, 6 and 7). In the third experiment, six different temperatures (20, 25, 30, 35 and 40° C) were tested on six pitaya varieties (Roxa do Pará, self-fertile *H. undatus*, Baby do Cerrado, Golden, Nicaragua and Híbrido SxU). The variables analyzed were germination percentage and pollen tube length (µm). Concentrations of 0 and 150mg L<sup>-1</sup> promoted pollen grain germination and longer pollen tube lengths; the highest germination percentages were with 48 hours of storage and the longest pollen tube length was verified in the species *Hylocereus undatus* and *Selenicereus setaceus*; with respect to the temperatures tested, it was observed that at 30° C, the percentage was higher than in the others and the varieties that emitted the greatest lengths of pollen tube were Roxa do Pará and Golden.

**Key words:** *Hyloceres* sp., pollination, storage, pollen tube length.

## INTRODUÇÃO

A pitaya é um fruto cactáceo originário do México, América Central e do Sul, que vem ganhando destaque no Brasil nos últimos anos (Mizrahi, Nerd, & Nobel, 1997).

Atualmente a procura por essa fruta aumentou por parte dos consumidores e tem sido uma alternativa interessante para os produtores por apresentar em sua composição elevados teores de compostos com capacidade antioxidante, especialmente seu alto teor de vitamina C ( $20,69 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ ) e compostos fenólicos ( $124,55 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ ), conferindo-lhe um grande potencial comercial (Abreu et al., 2012; Dembitsky et al., 2011).

Na América Latina, existem diferentes espécies cultivadas que são comumente denominadas pitayas, o que torna a classificação botânica difícil. No entanto, todas as espécies estão agrupadas em quatro gêneros principais: *Stenocereus* (Britton & Rose), *Cereus* (Mill), *Selenicereus* (Riccob) e *Hylocereus* (Britton & Rose) (Mizrahi, et al., 1997; Britton & Rose, 1963), sendo *Hylocereus* o gênero mais cultivado, com ênfase em duas espécies, a pitaya de casca vermelha e polpa branca [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose] e a pitaya de casca vermelha e polpa rosa ou roxa (*Hylocereus polyrhizus* Weber). No Brasil, há uma espécie nativa do Cerrado brasileiro, conhecida como pitaya ‘baby’ ou ‘saborosa’, [*Selenicereus setaceus* (Salm Dyck ex DC.) Ralf Bauer], que apresenta casca vermelha, com espinhos, e polpa branca (Junqueira et al., 2002), e que já apresenta pequenas áreas de cultivo.

As flores da pitaya são monóicas, hermafroditas, grandes (aproximadamente 30cm de diâmetro), aromáticas e, dependendo da espécie, as colorações das pétalas podem ser brancas cremosa ou rosas (Lima, 2013); os botões florais são formados pouco antes da antese apresentando um rápido desenvolvimento, são noturnas e a floração tem duração de 8 a 12 horas, por isso muitos a chamam de “Dama da noite”, e esse é um dos motivos da causa de significativas quedas dos mesmos.

Para se produzir de forma satisfatória, é essencial que ocorra polinização, seja ela por agentes polinizadores ou artificialmente, porém nem sempre os produtores conseguem realizar a polinização noturna, tornando-se necessário a realização de estudos referentes à conservação e armazenamento do pólen para que as flores possam ser polinizadas em outros momentos.

Saber como armazenar adequadamente o grão de pólen da pitaya, para sua conservação, é um importante passo para os estudos e programas de melhoramento genético, uma vez que o objetivo é evitar o envelhecimento precoce e manter a viabilidade máxima do pólen para uso posterior, pois a viabilidade do grão de pólen pode ser influenciada por fatores genéticos, fisiológicos e físicos do próprio grão de

pólen e pelas condições ambientais de armazenamento, como a umidade relativa do ar, temperatura e presença de oxigênio (Ferreira et al., 2007).

Pelo fato de ser uma frutífera com alta procura no mercado e com baixa porcentagem de frutificação efetiva, faz-se necessário obter mais informações a respeito do estudo do grão de pólen, para que possa ser realizado trabalhos sobre a biologia reprodutiva, pois, cada grão de pólen, leva consigo os materiais genéticos resultantes da recombinação (Souza, Pereira; & Martins 2002).

Existem métodos citados na literatura que podem ser usados para obter informações sobre a viabilidade do pólen, como técnicas de coloração (De Jesus et al., 2018; Nunes et al., 2012), germinação in vivo (Abdelgadir et al., 2012; Soares et al., 2014) e germinação in vitro (Sharafi, 2010, 2011). Entre esses métodos, a germinação in vitro é considerada uma forma prática e precisa (Einhardt et al., 2006). Nesse método, é necessário preparar um meio cultural contendo elementos orgânicos e inorgânicos que reproduzem de forma semelhante as condições oferecidas pela estrutura feminina da flor ao receber o grão de pólen, que é diferente para cada espécie (Silva et al., 2017). Segundo Marcellán e Camadro (1996) esta metodologia revela a condição das membranas, o verdadeiro estado das reservas e a conversão das reservas para o grão de pólen germinar. Além disso, é a técnica mais utilizada nos programas de melhoramento genético.

Um dos vários compostos inorgânicos que apresentam grande relevância na germinação in vitro, pelo fato de estimular o crescimento do tubo polínico e por possuir a capacidade de diminuir a probabilidade do grão de pólen se romper, é o ácido bórico (Chagas et al., 2010; Franzon & Raseira, 2006). Este composto já foi estudado por diversos autores, onde Figueiredo et al. (2013) ressaltaram que o ácido bórico é fundamental na germinação dos grãos de pólen de cultivares de amoreira-preta e Nava et al. (2009), que a aplicação de boro no período de floração aumentou a fixação e produção dos frutos de pessegueiro.

Diante do exposto, objetivou-se com esse trabalho aferir a viabilidade do grão de pólen quando conservado na geladeira e determinar a concentração de ácido bórico que proporciona o maior comprimento de tubo polínico em germinação in vitro de grãos de pólen dessas espécies.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado nos meses de janeiro e fevereiro de 2021, no

Laboratório de Propagação de Plantas Frutíferas – LABFRUTI, do departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Pelotas, as imagens e medidas dos grãos de pólen foram obtidas com auxílio do microscópio óptico Discovery V20 Zeiss, equipado com sistema AxioVision, do Laboratório de Zoologia de Invertebrados, do departamento de Ecologia, Zoologia e Genética do Instituto de Biologia da Universidade Federal de Pelotas.

Os grãos de pólen das variedades *H. undatus* auto compatível, Nicarágua e Roxa do Pará (*H. polyrhizus*), Golden (casca amarela sem espinhos e polpa branca – híbrido), Baby do Cerrado

(*S. setaceus*) e um híbrido do cruzamento de *H. undatus* x *S. setaceus*, foram coletados de plantas saudáveis do pomar Fronteira Sul, com dez anos de implantação, localizado no município de Arroio Grande/RS.

Considerando que a abertura das flores se dá durante a noite, os botões florais foram selecionados durante a tarde para posterior coleta. Os botões selecionados foram aqueles que apresentavam uma coloração branca em suas extremidades, fato que indicava a ocorrência de sua abertura na madrugada seguinte. Os pólenes foram coletados com auxílio de um pincel e armazenados em tubos Falcon® de 50 ml, após a coleta os tubos foram colocados na geladeira para sua conservação (4° C) e na manhã posterior, foram levados ao LABFRUTI onde foram realizados os testes de germinação polínica in vitro.

No primeiro experimento (ácido bórico) os grãos de pólen permaneceram na geladeira somente durante uma noite, já no segundo experimento (conservação na geladeira), os grãos de pólen permaneceram na geladeira num período de sete dias para poder ser avaliada a sua viabilidade posteriormente.

O meio de cultura para ambos os experimentos foi preparado utilizando 6 g L<sup>-1</sup> de ágar, 100 g L<sup>-1</sup> de sacarose e 518 mg L<sup>-1</sup> de nitrato de cálcio. Os grãos de pólen foram distribuídos de forma homogênea, com o auxílio de um pincel, efetuando-se pequenas batidas sobre 20 ml de meio de cultura contido em placas de Petri, para cada teste, após ficaram incubadas em Incubadora BOD (Biochemical Oxygen Demand) por 24 horas a 25° C.

O delineamento utilizado em ambos os experimentos foi inteiramente casualizado contendo dois fatores de tratamento, onde o primeiro experimento se caracterizava por possuir duas espécies de pitaya do gênero *Hylocereus* (*H. undatus* e *H. polyrhizus*) e cinco concentrações de ácido bórico (0, 150, 350, 550 e 750 mg L<sup>-1</sup>). O segundo experimento contou com três espécies de pitaya (*Hylocereus undatus*, *Hylocereus polyrhizus* e *Selenicereus setaceus*) e dias de avaliação dos grãos de pólen (2, 4, 6 e 7). O terceiro experimento se caracterizava por possuir seis variedades de pitaya, descritas anteriormente e cinco temperaturas (20, 25, 30, 35 e 40° C).

As avaliações de germinação e comprimento do tubo polínico foram realizadas utilizando microscópio estereoscópico. Foram analisados 100 grãos de pólen por repetição em campos de visão escolhidos ao acaso, totalizando 300 grãos de pólen em cada concentração. O comprimento do tubo polínico foi obtido através de mensurações

no sistema AxioVision e estimado em micrometros.

Os dados obtidos foram analisados para normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk; posteriormente os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro experimento, com relação ao percentual de germinação, a análise de variância mostrou que houve interação entre os dois fatores, concentração de ácido bórico e as espécies estudadas, porém a interação só foi significativa na concentração de 0 mg

$L^{-1}$ , onde a espécie *H. undatus* apresentou maior percentual de germinação (69%) quando comparada com a espécie *H. polyrhizus* (Tabela 1).

**Tabela 1.** Porcentagem de germinação in vitro dos grãos de pólen de *Hylocereus undatus* e *Hylocereus polyrhizus* submetidos a diferentes concentrações de ácido bórico ( $mg L^{-1}$ ) em meio de cultura.

Porcentagem de germinação		
Concentração de ácido bórico	<i>H. undatus</i>	<i>H. polyrhizus</i>
0	69 aA	49 bA
150	45 aB	50 aA
350	34 aBC	28 aC
550	29 aC	31 aBC
750	34 aBC	43 aAB
CV (%)	13,66	

<sup>1/</sup> As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ); as médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem umas das outras pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ); \* As médias na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Na espécie *H. undatus*, a concentração de 0  $mg L^{-1}$  diferiu estatisticamente da concentração de 150  $mg L^{-1}$  (45%), já na espécie *H. polyrhizus* as concentrações de 0, 150 e 750  $mg L^{-1}$  não apresentaram diferenças significativas (Tabela 1). Observou-se que na concentração de 550  $mg L^{-1}$ , na *H. undatus*, não houve diferenças estatísticas quando comparada às concentrações de 350 e 750  $mg L^{-1}$ , diferentemente dos resultados encontrados por Tostes et al. (2019), onde a porcentagem de germinação dos grãos de pólen de *H. undatus* foi maior (96,26%) quando foram adicionados no meio de cultura 600  $mg L^{-1}$  de ácido bórico.

A necessidade de adição de boro em meio de cultura para grãos de pólen é dependente de muitos fatores, entre eles, a espécie a ser estudada e as variedades (Ramos et al., 2008). Pois, Chagas et al. (2006) verificaram que não há necessidade de adição de boro na germinação polínica de nectarineira e Nyomora et al. (2000), trabalhando com amendoeiras, constataram que a adição de 100 mg L<sup>-1</sup> de ácido bórico aumentou a germinação de grãos de pólen in vitro.

Em estudo realizado com diferentes variedades cítricas por Pio et al. (2004), foi observado que conforme aumentavam-se as dosagens de ácido bórico, houve um decréscimo linear na porcentagem de grãos de pólen germinados e com isso deduziu-se que na ausência do ácido bórico no meio de cultura, ocorreu um maior rompimento das membranas do tubo polínico dos grãos de pólen, liberando assim, o conteúdo citoplasmático para o meio exterior.

Quanto ao comprimento do tubo polínico, os resultados foram significativos apenas para o efeito das diferentes concentrações de ácido bórico adicionados ao meio de cultura, mostrando que os maiores comprimentos (219,19 e 271,55 µm) foram atingidos usando, respectivamente 0 mg L<sup>-1</sup> e 150 mg L<sup>-1</sup> de ácido bórico. Fragallah et al. (2019) encontraram resultados semelhantes no comprimento do tubo polínico de abeto chinês quando utilizados 0,01% de ácido bórico no meio de cultura, sendo está a menor concentração utilizada no experimento, e que a maior concentração utilizada, de 0,2%, inibiu severamente a germinação e crescimento do tubo polínico, além disso, foram encontradas também, fortes relações negativas entre as concentrações de ácido bórico e a germinação do pólen e o crescimento do tubo polínico (Tabela 2).

**Tabela 2.** Comprimento do tubo polínico (µm) em relação as diferentes concentrações de ácido bórico (mg L<sup>-1</sup>).

Concentrações (mg L <sup>-1</sup> )	Comprimento do tubo polínico (µm)
0	219,19 AB
150	271,55 A
350	174,30 BC
550	124,68 C
750	149,86 BC
CV (%)	25,15

<sup>1 /</sup> As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey (p≤0,05);

Isso implica que em concentrações apropriadas, a adição de ácido bórico é efetiva na melhora da germinação e do crescimento do tubo polínico, pois se maiores concentrações forem adicionadas ao meio de cultura, esses fatores seriam prejudicados, esta pode ser a razão para o aumento significativo da taxa de germinação e do crescimento do pólen em concentrações mais baixas. Outra explicação para essas relações pode estar relacionada à formação do complexo ionizável de açúcar-borato, que reage com a membrana plasmática, promovendo maior crescimento do tubo de pólen. Esses achados concordam com os confirmados por Acar et al. (2010), Dantas et al. (2005), e Wang et al. (2003), que observaram que apenas baixas concentrações de ácido bórico estimularam a germinação do pólen e o crescimento do tubo de pólen, enquanto as concentrações mais elevadas inibiram a germinação e o crescimento do tubo polínico.

No segundo experimento observou-se que com relação a germinação dos grãos de pólen, não houve interação significativa entre os dois fatores, espécies de pitaya estudadas e o período de dias nos quais os grãos foram armazenados na geladeira, somente apresentando resultados significativos quando analisados os efeitos separadamente. As espécies *H. undatus* e *H. polyrhizus* não apresentaram diferenças significativas quando comparadas com a espécie *S. setaceus*, onde esta obteve a menor porcentagem de germinação (18%) (Tabela 3).

**Tabela 3:** Porcentagem de germinação in vitro de grãos de pólen de *Hylocereus undatus*, *Hylocereus polyrhizus* e *Selenicereus setaceus*.

Espécies	Porcentagem de germinação
<i>Hylocereus undatus</i>	33 A
<i>Hylocereus polyrhizus</i>	28 A
<i>Selenicereus setaceus</i>	18 B
CV (%)	18,12

<sup>1/</sup> As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ );

Com relação ao período em que os grãos de pólen ficaram armazenados na geladeira, observou-se que a maior porcentagem de germinação se deu no segundo dia de avaliação (37%), onde os grãos de pólen permaneceram por 48 horas na geladeira e que ao sexto dia e sétimo dia não houve diferenças significativas nos resultados obtidos (Tabela 4).

**Tabela 4:** Porcentagem de germinação referente ao período (dias) no qual os grãos de

pólen foram mantidos na geladeira.

Período (dias)	Porcentagem de germinação
2	37 A
4	30 B
6	22 C
7	16 C
<b>CV (%)</b>	<b>18,12</b>

<sup>1/</sup> As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ );

Já com relação ao comprimento do tubo polínico, houve interação significativa entre os fatores, onde foi observado que no segundo dia de avaliação a *Selenicereus setaceus* diferiu das demais por apresentar a maior média (Tabela 5).

**Tabela 5:** Comprimento do tubo polínico ( $\mu\text{m}$ ) em diferentes espécies de pitaya em função dos dias de avaliação.

Dias de avaliação	Espécies		
	<i>H. undatus</i>	<i>H. polirhizus</i>	<i>S. setaceus</i>
2	138,72 Ba	152,47 Ba	182,82 Aa
4	154,50 Aa	146,65 Aa	131,61 Ab
6	152,18 Aa	145,89 Aa	168,22 Aa
7	132,67 Aa	107,47 Bb	111,75 ABb
<b>CV (%)</b>	<b>8,36</b>		

<sup>1/</sup> As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ); as médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem umas das outras pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ); \* As médias na linha e na coluna não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

O armazenamento do grão de pólen é de extrema importância, como meio de manutenção da sua viabilidade, pois esta é uma ferramenta valiosa para os programas de melhoramento genético, principalmente em programas de hibridação quando há defasagem no florescimento entre as espécies de interesse ou quando os mesmos se encontram em regiões distintas.

O armazenamento pode ser classificado em dois tipos: curto e longo prazo. Segundo Sousa (1988), normalmente, procede-se o armazenamento a curto prazo,

visando estudos de genética e de melhoramento e, a longo prazo, para a conservação genética. O emprego de baixas temperaturas, normalmente, encontra-se ligado à redução do metabolismo do pólen, o que propicia maior longevidade. Pode-se conseguir redução de temperatura por meio de refrigeradores e freezer, que são de fácil acesso.

Não foi encontrado nenhum tipo de trabalho utilizando-se as mesmas condições empregadas no presente estudo, no entanto, Franzon & Raseira (2006) relataram que o pólen de cerejeira-do-rio-grande manteve sua viabilidade até os 90 dias de armazenamento em freezer (-16,5°C). Entretanto, a partir dos 220 dias, houve perda significativa de viabilidade. Para o pólen de araçazeiro, Raseira & Raseira (1996) observaram considerável perda de viabilidade após 21 dias de armazenamento, nas mesmas condições testadas no presente trabalho para cerejeira-do-rio-grande.

No terceiro experimento, ao realizar a análise de variância, observou-se que não houve interação significativa entre os fatores variedades e temperaturas, no entanto, os resultados diferiram significativamente quando analisados separadamente. Com relação a germinação, o efeito só foi significativo em função das temperaturas, mostrando que a porcentagem de germinação dos grãos de pólen foi maior na temperatura de 30° C e menor nas temperaturas de 20° C e 40° C (Tabela 1 e figura 1).

**Tabela 6.** Porcentagem de germinação dos grãos de pólen das variedades de pitaya em função das temperaturas avaliadas.

Temperaturas (°C)	Porcentagem de germinação (%)
20	29,8 BC
25	35,3 B
30	41,2 A
35	31,3 B
40	21,0 C
<b>CV (%)</b>	<b>19,1</b>

1/ Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Este resultado é semelhante ao encontrado por Macha et al.(2006), onde a porcentagem de germinação dos grãos de pólen de pitaya (*Hylocereus undatus*) foi maior nas temperaturas de 30°, 35° e 40° C, e por Chagas et al.(2009) em trabalho com grãos de pólen de *Prunus persica*,

constatarem que as maiores porcentagens foram observadas nas temperaturas de 25° e 30°C.

Com relação ao comprimento do tubo polínico, não houve interação entre os fatores variedades de pitaya e diferentes temperaturas, havendo efeito significativo apenas em função das variedades, onde foi observado que as variedades Roxa do Pará e Golden apresentaram os maiores comprimentos (Tabela 2 e figura 2).

**Tabela 7.** Comprimento do tubo polínico em função das variedades de pitaya estudadas.

<b>Variedades</b>	<b>Comprimento do tubo polínico (µm)</b>
Roxa do Pará	360,96 A
<i>H. undatus</i> (AF)	112,66 C
Baby do Cerrado	111,61 C
Golden	377,97 A
Nicarágua	252,22 B
Híbrido SxU	110,08 C
<b>CV (%)</b>	<b>28,4</b>

1/Médias seguidas por mesma letra maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

No geral, nas temperaturas de 20°, 25° e 30°C houve maior emissão do tubo polínico. Em estudo realizado por Macha et al.(2006) com pitaya, quando avaliado o comprimento do tubo polínico, constataram que nas temperaturas de 30°, 35° e 40° C este comprimento foi maior, não diferindo estatisticamente entre si.

A época que acontece a polinização em pitayas é um fator determinante que influencia diretamente na qualidade, tamanho e características gerais dos frutos e influencia também, no número de dias até a colheita, pois as condições climáticas ocorridas durante esse período vão atuar diretamente no desenvolvimento desse fruto. Centurión, Solís, Saucedo, Báez e Sauri . (2008) encontraram que, para uma temperatura média de 26,1° C e 73,9 mm de precipitação, a maturação de frutos de pitaya ocorreu entre 25 e 31 dias após a abertura floral. Segundo Nerd et al. (2002), o tempo da antese à maturação depende da temperatura.

## **CONCLUSÃO**

Os resultados mostraram que tanto para espécie *Hylocereus undatus*, quanto para *Hylocereus poyrhizus* as concentrações de 0 e 150mg L<sup>-1</sup> promoveram a germinação dos grãos de pólen e os maiores comprimentos do tubo polínico; as espécies *Hylocereus undatus* e *Hylocereus polyrhizus* apresentaram as maiores porcentagens de germinação, sendo o tempo de viabilidade dos grãos de pólen quando armazenados na geladeira, que apresentou as maiores porcentagens de germinação foi com 48 horas de armazenamento

e o maior comprimento do tubo polínico foi verificado nas espécies *Hylocereus undatus* e *Selenicereus setaceus*, para as condições fornecidas neste estudo; quando avaliadas as temperaturas na germinação das diferentes variedades de pitaya, foi observado que com 30° C, a porcentagem foi maior que nas demais e as variedades que emitiram os maiores comprimentos de tubo polínico foram a Roxa do Pará e a Golden.

## REFERÊNCIAS

- Abdelgadir, H. A., Johnson, S. D., & Van Staden, J. (2012). Pollen viability, pollen germination and pollen tube growth in the biofuel seed crop *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae). *South Afr. J. Bot.* 79, 132–139. DOI: 10.1016/j.sajb.2011.10.005.
- Abreu, W. C. D., Lopes, C. D. O., Pinto, K. M., Oliveira, L. A., Carvalho, G. B. M. D., & Barcelo, M. D. F. P. (2012). Características física-químicas e atividade antioxidante total de pitaias vermelha e branca. *Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso)*, 71(4), 656–661. <[http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0073-98552012000400007&lng=p&nrm=iso&tlng=pt](http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0073-98552012000400007&lng=p&nrm=iso&tlng=pt)>.
- Acar, I., Ak, B.E., & Sarpkaya, K. (2010). Effects of boron and gibberellic acid on in vitro pollen germination of pistachio (*Pistacia vera* L.). *African. Journal of Biotechnology*, 9 (32), 5126–5130. <<https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/92140>>.
- Britton, N. L., & Rose, J. N. (1963). *The Cactaceae: Descriptions and Illustrations of Plants of the Cactus Family*. New York: Devor Publications.
- Centurión, Y. A., Solís P. S., Saucedo. V. C., Báez, R. S., & Sauri, E. D. (2008). Câmbios físicos, químicos e sensoriais em frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante su desarrollo. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 31(1), 1-5. doi: <https://doi.org/10.35196/rfm.2008.1.1>
- Chagas, E. A.; Barbosa, W.; Pio, R.; Dall'orto, F. A. C.; Tizato, L. H. G.; Saito, A.; Chagas, P. C.; Scarpate Filho, J. A. (2009). Germinação in vitro de grãos de pólen de *Prunus persica* (L.) Batsch vulgaris. *Bioscience Journal*, 25(5), 8-14. <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/697410021061915>. Recuperado de: <https://ci.nii.ac.jp/naid/10021061915/>

- Chagas, E. A., Pio, R., Chagas, P. C., Pasqual, M., & Bettiol Neto, J. E. (2010). Composição do meio de cultura e condições ambientais para germinação de grãos de pólen de porta-enxertos de pereira. *Ciência Rural*, 40(2), p. 261-266. DOI: 10.1590/S0103-84782010000200002
- Dantas, A. D. M., Peixoto, M. L., Nodari, R. O., & Guerra, M. P. (2005). Viabilidade do pólen e desenvolvimento do tubo polínico em macieira (*Malus spp.*). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 27(3), 356–359. DOI: 10.1590/S0100-29452005000300005
- Dembitsky, V. M., Poovarodom, S., Leontowicz, H., Leontowicz, M., Vearasilp, S., Trakhtenberg, S., & Gorinstein, S. (2011). The multiple nutrition properties of some exotic fruits: Biological activity and active metabolites. *Food research international*, 44(7), 1671-1701. DOI: 10.1016/j.foodres.2011.03.003
- De Jesus, L. D. G. A. Silva, M. F. Da Costa Gomes, S. E. Dos Santos Valente, R. L. F. Gomes, A. C. De Almeida Lopes, & M. F. Costa. (2018). Efficiency of colorimetric tests to determine pollen viability in peppers. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)*8(2), 77–82.  
<<https://pdfs.semanticscholar.org/f7ac/d829ac6180ca3a8cc93bdd99ffd293f48b5f.pdf>>
- Einhardt, P. M. Correa, & M. D. C. B. Raseira. (2006). Comparação entre métodos para testar a viabilidade de pólen de pessegueiro. *Revista Brasileira de Fruticultura* 28(1), 5–7. DOI: 10.1590/S0100-2945200600010000004.
- Fagundes, M. C. P. (2017). Conservation and viability of dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus* Weber) pollen grains. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil. Recuperado de:  
<https://l1library.org/document/zg8po28y-conservation-viability-dragon-hylocereus-polyrhizus-weber-pollen-grains.html>
- Ferreira, C. A., Von Pinho, É. V. D. R., Alvim, P. D. O., De Andrade, V. S., Silva, T. T. D. A., & Cardoso, D. L. (2007). Conservação e determinação da viabilidade de grão de pólen de milho. *Brazilian Journal of Maize and Sorghum*, 6(02). DOI: <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v6n02p%25p>

Figueiredo, M. A., Pio, R., Silva, T. C., & Silva, K. N. (2013). Características florais e carpométricas e germinação in vitro de grãos de pólen de cultivares de amoreira-preta. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48 (7), 731-740. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2013000700005>.

Fragallah, S.A.D.A., S. Lin, N. Li, E.J. Ligate, & Y. Chen. 2019. Efeitos da sacarose, ácido bórico, pH e tempo de incubação na germinação in vitro do pólen e do crescimento do tubo de abeto chinês (*Cunninghamia lanceolata* L.). *Forests Ecology and Biology*, 10(2),102. [doi: 10.3390/f10020102](https://doi.org/10.3390/f10020102).

Franzon, R. C., & Raseira, M. C. B. (2006). Germinação in vitro e armazenamento do pólen de *Eugenia involucrata* DC (Myrtaceae). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 28(1), 18-20. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452006000100008>

Junqueira, K. P., Junqueira, N. T. P., Ramos, J. D., & Pereira, A. V. (2002). Informações preliminares sobre uma espécie de pitaya do Cerrado. Planaltina: Embrapa Cerrados – Documentos (INFOTECA-E). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/566991/1/doc62.pdf>

Karp, D. (2003). Enter the Dragon Fruit. *Tropical Fruit News*, 3-7. NII ID do artigo (NAID)

Li, J., Shi, H., Huang, X., Wang, Y., Jusheng, Z., Dai, H., Sun, Q. (2020). Pollen germination and hand pollination in pitaya (*Hylocereus undatus*). *Reserch Square*, 1. [doi: 10.21203/rs.2.22205/v1](https://doi.org/10.21203/rs.2.22205/v1)

Lima, C. A. (2013). Caracterização, propagação e melhoramento genético de pitaya comercial e nativa do Cerrado. 2013. 124f. Tese de Doutorado. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília. [https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/12930/1/2013\\_Cristiane%20Andrea%20de%200Lima.pdf](https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/12930/1/2013_Cristiane%20Andrea%20de%200Lima.pdf)

Macha, M. M., Chowdhury, A. K., Murata, T., & Yonemoto, Y. (2006). Effect of Artificial Media, Temperature Conditions and Storage Methods on in vitro Germination of Dragon Fruit (*Hylocereus undatus* Britt & Rose) pollen. *Japanese Journal of Tropical*

*Agriculture*, 50(1), 51- 56. doi: <https://doi.org/10.11248/jsta1957.50.51>

Marcellán, O. N., & Camadro, E. L. (1996). The viability of asparagus pollen after storage at low temperatures. *Cientia Horticultura*, 67(1-2), 101-104. <[https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(96\)00949-1](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(96)00949-1)>

Mizrahi, Y., Nerd, A., & Nobel, P. S. (1997). *Cacti as crops*. New York: Horticultural Review.

Nava, G. A., Dalmago, G. A., Bergamaschi, R., & Marodin, G. A. B. (2009). Fenologia e produção de pessegueiros ‘granada’ com aplicação de cianamida hidrogenada e boro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 31(2), 297-304. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452009000200003>.

Nerd, A., Tel-Zur, N., & Mizrahi, Y. (2002). Fruit of vine and columnar cacti. In: NOBEL, P. S. (Ed.). *Cacti: biology and uses*. Los Angeles: UCLA

Nunes, R. D. C. Bustamante, V. H. Techio, e A. Mittelmann. (2012). Morfologia e viabilidade do pólen de *Lolium multiflorum* Lam. *Ciência E Agrotecnologia*, 36(2), 180–188. doi: 10.1590/S1413-705420120002000006.]

Nyomora, A. M. S., Brown, P. H., Pinney, K., & Polito, V. S. (2000). Foliar application of boron to almond trees affects pollen quality. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 125(2), 265-270. <https://doi.org/10.21273/JASHS.125.2.265>

Pio, L. A. S., Santos, F. C., Rufini, J. C. M., Ramos, J. D., & Araújo, A. G. (2004). Germinação in vitro de pólen de citros sob diferentes concentrações de cálcio e boro. *Current Agricultural Science and Technology (CAST)*, 10(3), 293-296. doi: <https://doi.org/10.18539/CAST.V10I3.960>

Ramos, J. D., Pasqual, M., Salles, L. A., Chagas, E. A., & Pio, R. (2008). Receptividad del estigma y ajuste del protocolo para la germinación in vitro de granos del polen en cítricos. *Interciencia*, 33(1), 51-55. DOI: 0378-1844/08/01/051-05

Raseira, M. do C.B., & Raseira, A. (1996). *Contribuição ao estudo do araçazeiro*

*Psidium cattleyanum*. Pelotas-RS: EMBRAPA/CPACT, 1996. 95p.

Sharafi, Y. (2010). Suitable in vitro medium for studying pollen viability in some of the Iranian hawthorn genotypes. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(19), 1967–1970. doi: 10.5897/JMPR10.419.

Sharafi, Y. (2011). In vitro pollen germination in stone fruit tree of Rosaceae family. *African Journal of Agricultural Research*, 6(28), 6021–6026. <https://doi.org/10.5897/AJAR11.938>

Shivanna, K. R. (2019). Pollen Biology and Biotechnology. CRC Press. Recuperado de: [https://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=sU2WDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Shivanna,+KR,+2019,+Pollen+biolog+y+and+biotechnology,+CRC+Press.&ots=mf-TTe9Ziw&sig=Hutz8KhzSNZtp5fofHpr3SYJazE&redir\\_esc=y#v=onepage&q=Shivanna%2C%20KR%2C%202019%2C%20Pollen%20biology%20and%20biotechnology%2C%20CRC%20Press.&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=sU2WDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Shivanna,+KR,+2019,+Pollen+biolog+y+and+biotechnology,+CRC+Press.&ots=mf-TTe9Ziw&sig=Hutz8KhzSNZtp5fofHpr3SYJazE&redir_esc=y#v=onepage&q=Shivanna%2C%20KR%2C%202019%2C%20Pollen%20biology%20and%20biotechnology%2C%20CRC%20Press.&f=false)

Silva, D. F. D., Pio, R., Nogueira, P.V., Silva, P. A. D. O., & Figueiredo, A. L. (2017). Viabilidade polínica e quantificação de grãos de pólen em espécies de fisális. *Revista Ciência Agronômica*, 48(2), 365–373. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20170042>

Soares, T. L., Souza, E. H. D., Costa, M. A. P. D. C., Silva, S. D. O., & Serejo, J. A. D. S. (2014). In vivo fertilization of banana. *Ciencia rural* 44(1):37–42. doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013005000146>

Sousa, V. A. de. (1988). Manejo e viabilidade do pólen de *Eucalyptus* spp. 1988.155 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. <https://doi.org/10.11606/D.11.2019.tde-20191218-165418>

Souza, M. M. de., Pereira, T. N. S., & Martins, E. R. (2002). Microsporogênese e microgametogênese associadas ao tamanho do botão floral e da antera e viabilidade polínica em maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener). *Ciência e Agrotecnologia*, 26(6), 1209-1217.



<https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/7655203/26-6-2002>

Tostes, N. V., Fagundes, M. C. P., Ramos, J. D., Santos, V. A. dos, Almeida, L. G. F. de, Silva, F. O. dos R., Rufini, J. C. M., Silva, A. D. da, Cometti, I. R., & Moreira, R. A. (2019). Germinação in vitro de grãos de pólen de pitaiá submetidos a diferentes concentrações de ácido bórico. In: A. M. Zuffo. (Ed.) *A produção do conhecimento nas Ciências Agrárias e Ambientais*. (p. 236- 238). Belo Horizonte: Atena Editora. DOI 10.22533/at.ed.86919260423

Wang, Q., Lu, L., Wu, X., Li, Y., & Lin, J. (2003). Boron influences pollen germination and pollen tube growth in *Picea meyeri*. *Tree physiology*, 23(5), 345–351.  
<https://doi.org/10.1093/treephys/23.5.34>

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pitaya, a alguns anos atrás, era uma fruta desconhecida pelos brasileiros, porém, por conta das suas propriedades nutracêuticas e todos os demais benefícios que o seu consumo traz, ela vem agradando e caindo no gosto do consumidor, o que acarreta no aumento da sua demanda e por conta da baixa produtividade ainda no país, faz a cultura da pitaya uma atividade altamente rentável.

Como citado anteriormente, o cultivo da pitaya está em expansão no território brasileiro e atualmente é possível encontrar pequenos cultivos em todos os estados, mostrando que a produção da pitaya se enquadra perfeitamente para a agricultura familiar, pois é possível produzir pitaya em uma pequena área e lucrar muito com sua produção. Mas ainda se faz necessário mais pesquisas e informações sobre a cultura, no geral, como por exemplo com relação ao desenvolvimento de variedades adaptadas às condições locais de clima e solo, aos sistemas de adubação e controle de pragas e doenças, que são áreas que contam com poucas informações.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, R. A.; MARTINS, A. B. G.; SILVA, M. T. H. Influência da fonte de material e do tempo de cura na propagação vegetativa da pitaya vermelha (*Hylocereus undatus* Haw). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, n.1, p.183-186, 2007.

BASTOS, D. C.; PIO, R.; SCARPARE FILHO, J. A.; LIBARDI, M. N.; ALMEIDA, L. F. P. D.; GALUCHI, T. P. D.; BAKKER, S. T. Propagação da pitaya 'vermelha' por

estaquia. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.6, p.1106-1109, 2006.

BRITTON, N. L.; ROSE, J. N. **The Cactaceae: Descriptions and Illustrations of Plants of the Cactus Family**. Devor Publications: New York, 1963.

CHAGAS, E. A.; PIO, R.; CHAGAS, P. C.; PASQUAL, M.; BETTIOL NETO, J. E. Composição do meio de cultura e condições ambientais para germinação de grãos de pólen de porta-enxertos de pereira. **Ciência Rural**, v.40, n. 2, p. 261-266, 2010.

COSTA, A. C.; RAMOS, J. D.; SILVA, F. O. D. R.; DUARTE, M. H. Floração e frutificação em diferentes tipos de cladódios de pitaya-vermelha em Lavras -MG. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 1, p. 279- 284, 2014.

FAGUNDES, M. C. P. Conservation and viability of dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus* Weber) pollen grains. 2017. 49 p. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.

FRAGALLAH, S. A. D. A.; LIN, S.; LI, N.; LIGATE, E. J.; CHEN, Y. Effects of Sucrose, Boric Acid, pH, and Incubation Time on in Vitro Germination of Pollen and Tube Growth of Chinese fir (*Cunninghamia lanceolata* L.). **Forest Ecology and Biology**, v.10, n. 2, p. 102, 2019.

FRANZON, R. C.; RASEIRA, M. C. B. Germinação in vitro e armazenamento do pólen de *Eugenia involucrata* DC (Myrtaceae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 1, p. 18-20, 2006.

JUNQUEIRA, K. P.; JUNQUEIRA, N. T. P.; RAMOS, J. D.; PEREIRA, A. V. **Informações preliminares sobre uma espécie de pitaya do Cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados – Documentos (INFOTECA-E), 2002.

LI, J.; SHI, H.; HUANG, X.; WANG, Y.; JUSHENG, Z.; DAI, H.; SUN, Q. Pollen germination and hand pollination in pitaya (*Hylocereus undatus*). **Research Square**, v.1, 2020.

MACHA, M. M.; CHOWDHURY, A. K.; MURATA, T.; YONEMOTO, Y. Effect of Artificial Media, Temperature Conditions and Storage Methods on in vitro Germination of Dragon Fruit (*Hylocereus undatus* Britt & Rose) pollen. **Japanese Journal of Tropical Agriculture**, v.50, n. 1, p. 51- 56, 2006.

MARQUES, V. B.; MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; ARAÚJO, N. A. de.; SILVA, F. O. dos R. Fenologia reprodutiva de pitaya vermelha no município de Lavras, MG. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.6, p.984- 987, 2011.

MIZRAHI, Y.; NERD, A.; NOBEL, P. S. **Cacti as crops**. New York: Horticultural

Review, 1997.

Shivanna, K. R. **Pollen Biology and Biotechnology**. Ed:CRC Press, 2019.

WATANABE, H. S.; OLIVEIRA, S. L. Comercialização e frutas exóticas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.36, n.1, p.023-038, 2014.