

III Encontro Nacional dos Produtores de Pitaia

ISBN: 978-65-89571-10-0



Apoio



Realização



Patrocínio



Organizador

Vander Rocha Lacerda

Engenheiro Agrônomo formado na Universidade Federal de Minas Gerais - Campus Montes Claros - Instituto de Ciências Agrárias. Mestre e Doutorando em Agronomia Horticultura na Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho' Campus Botucatu-SP. É pesquisador, palestrante e produtor rural da cultura da pitaia no norte de Minas Gerais (link: @PitayaMangaMG). E-mail: vander.rocha@unesp.br

Conselho editorial acadêmico

Prof. Dr. Fernando Broetto

Departamento de Química e Bioquímica – IBB/ UNESP Campus de Botucatu, Brasil

Prof. Dr. Rogério Lopes Vieites

Departamento de Produção Vegetal – FCA/ UNESP Campus de Botucatu, Brasil

Capa

João Renato

Projeto Gráfico, Diagramação

Tatiane Cristovam Ferreira

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO – DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

E56 Encontro Nacional dos Produtores de Pitaia (3.: 2021: Fortaleza, CE)
 III Encontro Nacional dos Produtores de Pitaia: 18 e 19 de setembro de 2021 [recurso eletrônico] / organização Vander Rocha Lacerda. - Botucatu: FEPAF, 2022
 184 p.: fots. color., grafs., tabs.

Disponível em: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br>
ISBN 978-65-89571-10-0

1. Pitaia - Cultivo. 2. Fruta-do-dragão - Cultivo. 3. Cactos - Frutos - Cultivo. I. Lacerda, Vander Rocha. Universidade Estadual Paulista. II. Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais.

CDD 23.ed. (634.775)

Ana Lucia de Grava Kempinas CRB/8 7310

Realização do evento

Associação Brasileira dos Produtores de Pitaia (link: @AbraPPitaia),

Presidente: **Sebastião Almeida**, idealizador e fundador da AbraPPitaia, colecionador e produtor de pitaia, idealizador e coordenador do Encontro Nacional dos Produtores de Pitaia e do Circuito Internacional de Pitaia.

Apoio ao evento

Secretaria do Desenvolvimento Econômico e Trabalho (SEDET)

Governo do Estado do Ceará

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Embrapa Cerrados, Planaltina-DF (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM), Campus Uberaba

Patrocínio

Satis Nutrição Vegetal

Comissão organizadora do evento

Sebastião Almeida (AbraPPitaia)

Sílvio Carlos (SEDET)

Erildo Pontes (SEDET)

Vander Rocha Lacerda (UNESP Botucatu)

Márcio Cleber de Medeiros Corrêa (UFC)

Claudivan Lacerda (UFC)

A reprodução desta obra é livre e irrestrita, desde que citadas as fontes.

Citação bibliográfica:

ENCONTRO NACIONAL DOS PRODUTORES DE PITAIA, 3., 2021, Fortaleza. **Palestras** [...]. Botucatu: FEPAF, 2022. Disponível em: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br>



<https://www.satis.ind.br/> +55 34 9706-2854



Palestrantes do evento (primeiros autores dos capítulos)



Alysson Gomes de Lima
Engenheiro Agrônomo (UFPB-2005), MSc. Manejo do Solo e Água (UFPB-2007), Especialização em Agroecologia (UEPB). INSA - Instituto Nacional do Semiárido/Núcleo de Desertificação e Agroecologia, Paraíba- Brasil.



Fábio Gelape Falero
Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutor em Genética e Melhoramento, Pós-doutor em Genética e Biotecnologia, Pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, Distrito Federal - Brasil.



Breno Magalhães Freitas
Professor titular, Departamento de Zootecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará (UFC).



Guilherme Julião Zocolo
Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Laboratório Multiusuário de Química de Produtos Naturais.



Daniel Fernandes da Silva
Pós-doutorando, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), Campus Marechal Cândido Rondon, Paraná - Brasil.



Leandro Saccuman Prado
Pós-graduando em Agricultura Orgânica na UFRRJ (Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro). Criador do canal no YouTube: Pitaia RJ; Produtor rural e Agricultor orgânico, Rio de Janeiro - Brasil.



Eduardo Bucsan Emrich
Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia, Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM), Campus Uberaba, Minas Gerais - Brasil



Eduardo César Medeiros Saldanha
Engenheiro Agrônomo, Doutor em Nutrição de Plantas, Especialista de Desenvolvimento Agrônomo da empresa Rio Tinto Desenvolvimentos Minerais, Produtor e Pesquisador da cultura da Pitaia no Projeto Pitaia do Agreste



Luana Mendes de Oliveira
Engenheira Agrônoma, Mestre em fitotecnia pela Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA-RN), doutoranda em fitotecnia/UFERSA) Rio Grande do Norte - Brasil.



Márcia Alessandra Brito de Aviz

Engenheira Agrônoma, Doutora em Ciências Agrárias, Pós doutora em fitotecnia pela UFLA. Professora Adjunta da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), campus de Tomé-Açú, Pará - Brasil.



Milena Maria Tomaz de Oliveira

Doutora em Fitotecnia pela Universidade Federal do Ceará, Pós-doutorado pela Ben-Gurion University of the Negev, Sede Boqer 8499000 - Israel.



Noemi Tel Zur

Researcher of French Associates Institute for Agriculture and Biotechnology of Drylands, The Jacob Blaustein Institutes for Desert Research, Ben-Gurion University of the Negev, Sede Boqer 8499000, Israel.



Ricardo Sant'Anna Martins

Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agroecossistemas, Extensionista Rural na Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) - Brasil.



Vander Rocha Lacerda

Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Agronomia Horticultura na Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho' Campus Botucatu - São Paulo - Brasil. Palestrante e produtor rural da cultura da pitaia no norte de Minas Gerais.



Yongjian Zheng (Jimmy)

Graduação em Agricultura na Universidade de Hainan, Bacharel em Jardinagem Profissional em 2009, CTO da empresa Hainan fruitsiland, província de Hainan - China.



PREFÁCIO

A terceira edição do Encontro Nacional dos Produtores de Pitaia (III ENDPP), aconteceu nos dias 18 e 19 de setembro de 2021, de forma online devido a pandemia da Covid-19. Foi realizado pela AbraPPitaia (Associação de Brasileira de Produtores de Pitaia), com apoio da SEDET (Secretaria do Desenvolvimento Econômico e Trabalho, Governo do Estado do Ceará e patrocínio da Satis Nutrição Vegetal.

Buscando difundir conhecimentos e enaltecer a cultura da pitaia no Brasil e no mundo, a AbraPPitaia promove anualmente no Brasil, o maior e mais tradicional evento técnico-científico de pitaia do país. Desde a sua primeira edição realizada em Uberaba-MG em 2019, reúne um número expressivo de profissionais de pesquisa, ensino e extensão, produtores, empresários e empresas públicas e privadas direta e indiretamente interessadas nesta inovadora cultura do setor de fruticultura do agronegócio brasileiro.

Contamos com a participação de grandes palestrantes na área, sendo um total de 17 palestrantes do Brasil, Israel e pela primeira vez na história de eventos sobre pitaia no Brasil, tivemos palestrantes da China e do Vietnã. Nesta honrosa ocasião, de extrema importância a todo o público interessado em expandir conhecimentos na cultura da pitaia, foi abordado temas como a biologia floral da Pitaia, desafios no cultivo da pitaia, adubação, cultivo de pitaia na China e no semiárido nordestino, pós-colheita da pitaia, entre outros temas de extrema relevância para esta cultura.

Este E-book foi organizado com imensa satisfação para eternizar este evento histórico, portanto esperamos que esta obra possa despertar ainda mais curiosidades sobre a pitaia, uma vez que traz ferramentas e informações atualizadas, além de embasar novos estudos sobre a cultura da pitaia à comunidade científica, aos órgãos públicos e privados, especialistas da área para beneficiar aos produtores e ao público em geral

Organizador deste e-book e idealizador do evento.

AGRADECIMENTOS

Aos autores dos capítulos, por difundir suas pesquisas com responsabilidade, dedicação e competência, oferecendo clareza na linguagem para fácil compreensão do conteúdo deste E-book.

Ao conselho editorial acadêmico, pelas correções e contribuições para os capítulos desta obra.

À Comissão Organizadora, pelo árduo trabalho e dedicação na organização do evento.

A todos os inscritos no III ENDPP, pois sem eles o evento não teria acontecido.

Aos apoiadores e patrocinadores, pela concessão de tempo, trabalho e recursos que viabilizaram a realização do III ENDPP.

À Secretaria do Desenvolvimento Econômico e Trabalho (SEDET), Governo do Estado do Ceará.

À Satis Nutrição Vegetal pelo patrocínio e dedicação especial para a cultura da pitaita.

À Universidade Federal do Ceará (UFC) pelo apoio.

À Embrapa Cerrados, Planaltina-DF (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) pelo apoio e divulgação do E-book.

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



Sumário

Capítulo 01• Biologia Floral de Pitaia.....	10
Capítulo 02 • Polinização complementar por abelhas para maximizar a produção e qualidade de frutos da pitaia	22
Capítulo 03• Produção de Pitaias em Tutores Vivos	42
Capítulo 04• Sistema de produção sustentável de pitaia em Santa Catarina.....	54
Capítulo 05• Fertirrigação na cultura da Pitaia	62
Capítulo 06• Utilização de micronutrientes em pitaia	68
Capítulo 07• Principais desafios do ciclo produtivo da pitaia.....	75
Capítulo 08• Caracterização morfológica de mudas de pitaia.....	87
Capítulo 09• O cultivo da pitaia na China	102
Capítulo 10• Corante de pitaia: Inovação e oportunidades.....	116
Capítulo 11• Desafios e estratégias para o aumento da rentabilidade na cultura da da pitaia: melhoramento e cultivo na entressafra.....	130
Capítulo 12• Produção de Pitaia no Semiárido: a experiência do Instituto Nacional do Semiárido.....	142
Capítulo 13• A cultura da pitaia como alternativa para o fortalecimento da fruticultura do Oeste Potiguar/RN.....	161
Capítulo 14• Melhoramento genético das pitaias na Embrapa e parceiros	171
Outras palestras proferidas no evento.....	184



Biologia Floral de Pitaia

Daniel Fernandes da Silva¹, Fabíola Villa², Luciana Sabini da Silva³

Resumo

A pitaia é uma fruta exótica que apresenta grande expansão da área cultivada e aumento do interesse pelo seu elevado valor de mercado e por características que permitem uma rentabilidade considerável, mesmo para pequenos produtores. Assim como as demais frutíferas uma boa floração é essencial para alcançar elevadas produtividades, mas além da quantidade de flores outros fatores interferem no crescimento e formação de frutos com alto padrão de qualidade, sendo de suma importância compreender melhor a biologia floral da espécie. A flor da pitaia tem inúmeras peculiaridades como por exemplo ser a maior flor de Cactaceae, curto período entre o surgimento dos botões florais e a antese, antese noturna, dentre outras. Apesar de ser consensualmente uma planta de dias longos, mudanças na fenologia ocorrem associadas às condições edafoclimáticas nos diferentes locais de cultivo. No geral, o surgimento dos primeiros primórdios de botões florais da safra ocorre de meados para o final da primavera e a colheita estende-se do final da primavera, passando por todo verão até o outono seguinte o que gera uma sazonalidade do produto no mercado com acentuada desvalorização do fruto no pico da produção e supervalorização na entressafra. Para driblar este problema estudos objetivando a indução floral extemporânea estão sendo conduzidos em diferentes localidades, adotando novas estratégias entre elas o uso de fitorreguladores e iluminação artificial nos períodos de inverno em que os dias são mais curtos. Estudos em outros aspectos da biologia floral também estão em desenvolvimento, a exemplo da biologia polínica que além de auxiliar na problemática da autoincompatibilidade, contribui também para a formação de frutos de elevado calibre, aumentando a produtividade final do pomar. Assim, com o avanço das pesquisas relacionadas a biologia floral, bem como de outras áreas, certamente nos próximos anos resultados promissores serão verificados para o cultivo da pitaia.

Palavras-chave: Antese noturna. Fotoperíodo. *Selenicereus undatus* (Haw.) D. R. Hunt. Metabolismo CAM.

¹Doutor em Botânica Aplicada, Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), *Campus* Marechal Cândido Rondon, PR - Brasil.

²Prof. Dra. Programa de Pós-graduação em Agronomia. Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), *Campus* Marechal Cândido Rondon, PR – Brasil.

³Doutoranda em Agronomia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). *Campus* Marechal Cândido Rondon, PR – Brasil.

Introdução

A pitaia é um fruto de sabor agradável, que chama a atenção por sua beleza exótica externa e interna, tanto pelo seu aspecto morfológico quanto pela coloração intensa de seu epicarpo, que pode ser vermelho-rosáceo ou amarelo. Este fruto tem despertado cada vez mais o interesse de consumidores, o que leva a um aumento na sua demanda em mercados e consequente valorização do mesmo.

O grupo de frutos ao qual denominamos pitaia no mercado brasileiro é composto por diferentes espécies botânicas, que por sua vez apresentam características diversificadas sendo mais comumente conhecidas *Selenicereus undatus* (Haw.) (frutos com casca vermelha e polpa branca), *Selenicereus costaricensis* (F.A.C. Weber) Britton e Rose e *Hylocereus polyrhizus* (Weber) (frutos com casca vermelha e polpa vermelha), *Selenicereus megalanthus* (K. Schum ex Vaupel) (frutos com casca amarela com espinhos e polpa branca) e *Selenicereus setaceus* (Rizz.) (frutos com casca vermelha com espinhos e polpa branca) (NERD et al., 2002).

Botanicamente a maioria das espécies de pitaia são originárias da América Central, sobretudo do México, porém podem ser encontradas espécies nativas também no Brasil no Cerrado e matas de transição, principalmente espécies do gênero *Selenicereus* (JUNQUEIRA et al., 2002).

Além de seus aspectos morfológicos a fisiologia das plantas de pitaia é bastante particular. Por se tratar de uma espécie da família Cactaceae grande parte de sua superfície é cerosa e o caule afilo possui elevada capacidade de armazenamento de água, o que aliado ao metabolismo ácido das crassuláceas (CAM) confere a planta capacidade de sobrevivência em condições ambientais extremas (LI et al., 2017).

Em relação a floração, a pitaia pode ser classificada como uma planta de dias longos com florescimento em períodos com elevada quantidade de luz diária, apesar de seu florescimento ocorrer durante a noite, com murchamento logo no dia posterior à abertura e polinização das flores (XIONG et al., 2020). Nesse período de florescimento, que apesar de longo, ocorre uma vez ao ano, inúmeros processos são envolvidos e serão descritos de forma mais detalhada neste capítulo.

A Flor da Pitaia

As plantas de pitaia obtidas da propagação por estaquia, que é o principal método de propagação comercial desta espécie, iniciam seu florescimento a partir do primeiro ano após o plantio (SILVA et al., 2011). Por ser um cultivo novo há ainda pouca informação sobre a biologia floral das

espécies comerciais, contudo, com o conhecimento já existente, sabe-se que as pitaias possuem florescimento em massa, apresentando uma grande quantidade de flores monóicas que pode chegar a 36,5 flores por planta (MIZRAHI, 2014; VALIENT-BANUET et al., 2007), distribuídas em vários ciclos de florescimento ao longo de um mesmo ciclo produtivo.

Nos cladódios da planta de pitaia encontram-se aréolas constituídas de gemas axilares, espinhos e tricomas, de onde surgem ramificações e botões florais. Os botões florais são formados pouco tempo antes da antese, apresentando um rápido desenvolvimento como por exemplo em *S. undatus* que é aproximadamente três semanas (NERD et al., 2002), até culminarem em flores muito grandes, com cerca de 15 a 30 cm de comprimento, aromáticas e brancas, variando entre as espécies, sendo consideradas as maiores flores de cactos (DONADIO, 2009; LE BELLEC et al., 2006).

As flores completamente desenvolvidas possuem abertura uma única vez, ocorrendo durante a noite com antese iniciando, geralmente, por volta das 19:00h, passando toda a noite aberta e fechando na manhã do dia seguinte (VALIENT BANUET et al., 2007) (Figura 1), assim, por essas características ocorrentes a noite (como flores grandes expostas (acessíveis a morcegos), abertas, de antese noturna, com cores brancas ou claras, forte perfume noturno, grande quantidade de pólen e/ou néctar, durando somente uma noite, e fechando cedo da manhã seguinte as flores de pitaia são associadas à síndrome de quiropterofilia (RECH et al., 2014).

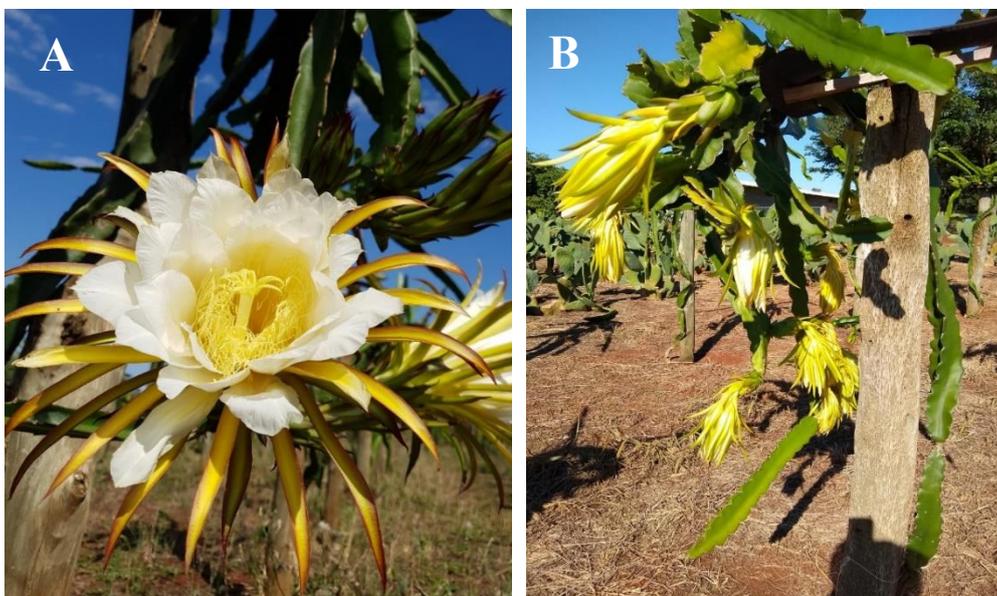


FIGURA 1. **A** - Flor de Pitaia em antese e **B** - planta de pitaia com flores murchas na manhã logo após antese noturna. Fonte: Dos autores, 2021.

Apesar de apresentar variações entre as espécies, de forma geral, pela proximidade botânica, as flores de pitaia apresentam estrutura morfológica semelhante como a descrita por Muniz (2017)

em estudo da biologia floral de *Selenicereus undatus* e *Hylocereus polyrhizus*. Nessas espécies o autor descreve as flores como actinomorfas, monóicas, completas, com todos os verticilos florais, pedunculadas, com botão floral originando-se na base do espinho e seu eixo de sustentação medindo da base ao ápice $25,2 \text{ cm} \pm 1,3$ antes da pré-antese, com $27,2 \text{ cm} \pm 1,5$ durante a antese e com $28,8 \text{ cm} \pm 2,0$ de largura, quando totalmente abertas (Figura 2A-C). O ovário é súpero (Figura 2D), com o estigma posicionado acima dos estames (Figura 2E), em uma separação espacial das partes reprodutivas chamada de hercogamia de aproximação (RECH et al., 2014). Desta forma, o polinizador na sua rota de aproximação da flor, entra em contato primeiro com o estigma, onde potencialmente deposita uma carga de pólen de outras flores, para, só depois, entrar em contato com os estames da flor que visita agora.

As flores nas duas espécies estudadas possuem em média $77,0 \pm 1,0$ brácteas e $23,0 \pm 2,3$ tépalas, somando as internas e as externas, com uma variação de cor branca a amarelo claro (interna), e amarelo claro até verde claro (externa) (Figura 2F-G). As brácteas se comportam de forma valvar simples em que elas se recobrem, mas apenas se tocam pelas bordas.

Quando dissecadas as flores, observa-se que as brácteas da base do botão floral são menores e com coloração verde claro e as maiores do ápice da flor, com a cor amarelo claro (Figura 2G). Aquelas brácteas que se encontram na base da flor permanecem durante o desenvolvimento do fruto (Figura 2H-I), sendo elas que recebem a comparação com as escamas do dragão, por isso é chamada de “fruta do dragão” (NUNES et al., 2014). As brácteas maiores, que recobrem as tépalas, murcham após o florescimento e caem geralmente depois de uma semana da antese, porém, às vezes, mesmo murchas, podem permanecer no fruto até a colheita.

Floração e fenologia reprodutiva da pitaia

O fenômeno da floração é um importante processo de desenvolvimento para plantas superiores desempenhando um importante papel no ciclo de crescimento da planta, especialmente na transição do crescimento vegetativo para o desenvolvimento reprodutivo. Quando a planta passa da fase juvenil para a adulta e da fase vegetativa para a reprodutiva, pode ser induzida a florescer (XIONG et al., 2020).

O estudo do florescimento e da frutificação das plantas frutíferas pode contribuir para melhorar a produtividade e a qualidade dos frutos além de ser útil também no estudo da viabilidade de deslocamento da produção, via técnicas de manejo cultural, em épocas do ano em que ocorra menor incidência de intervenções fitossanitárias que venham a deteriorar a qualidade intrínseca dos frutos (CAMPAGNOLO et al., 2010). A compreensão da floração e frutificação das espécies também

pode ajudar produtores na obtenção de frutos fora dos períodos de maior disponibilidade, sendo possível assim obter maior rentabilidade na sua produção.

A floração é regulada por uma rede integrada de vias bioquímicas e genéticas, como a via do fotoperíodo, a via de vernalização, a via do ácido giberélico (GA) e a via autônoma. Vários sinais de entrada ativam as vias de transdução de sinal que controlam a época de floração (XIONG et al., 2020). Segundo Rabelo et al. (2020) a duração das fases fenológicas e o período de produção podem ainda variar de acordo com as espécies de pitaia, condições climáticas e edáficas dos locais de cultivo, manejo do pomar e outros fatores ambientais e genéticos.

A pitaieira é uma planta de dias longos. No hemisfério norte, as plantas de pitaia florescem de maio até o final de outubro. No entanto, as pitaieiras não podem florescer no inverno, de novembro a abril, em Hainan, China, devido às condições de dias curtos (NERD; MIZRAHI, 2010).

Em condições brasileiras, o tempo entre a formação do botão floral e a colheita dos frutos da espécie *Selenicereus undatus* varia de 50-60 dias (MARQUES et al., 2011) e de 52-66 dias (SILVA et al., 2015) e o estágio da fruta à colheita varia de 30 a 32 dias (ORTIZ; TAKAHASHI, 2015), indicando um curto prazo para comercialização. Em relação à estação, para pomares da espécie *S. undatus* estabelecidos em clima temperado tipo Cwb, a floração começa no verão e a colheita dos frutos termina no outono, com três a cinco eventos de floração (MARQUES et al., 2011). Nas condições da classificação subtropical Cwa, o período de produção ocorre no final da primavera a meados do outono, com até nove eventos de floração (SILVA et al., 2015) (Figura 3).

Para a pitaia amarela (*Selenicereus megalanthus*) diferenças na fenologia também são observadas em diferentes localidades produtoras. Em Israel, a floração da espécie ocorre principalmente no outono porque no verão, o clima desértico inibe a floração dos cactos na região (NERD et al., 2002) e em Taiwan a floração ocorre no final da primavera, com abundância de brotos de flores em abril devido ao clima favorável. Nesta região, como o clima não é completamente inibidor da floração no verão, uma pequena quantidade de flores pode ser observada até o início do outono (JIANG et al., 2011).

No Brasil, a pitaia amarela, cultivada em clima tropical de altitude no estado de Minas Gerais, com estação chuvosa e seca bem definidas, apresenta floração ocorrente entre novembro e maio, ou seja, final da primavera e o outono, com plantas apresentando entre 3 a 5 eventos de floração. Nessas condições o tempo de formação do botão floral variou de 46 a 54 dias até a antese; 85 a 92 dias após a antese para apresentar os primeiros indícios de mudança na coloração da casca; de 8 a 10 dias para mudar completamente a coloração do epicarpo; 96 a 110 dias entre a antese e a colheita; e de 147 a 166 dias para fechar o ciclo completo, que se estende até o final do inverno (RABELO et al., 2020).

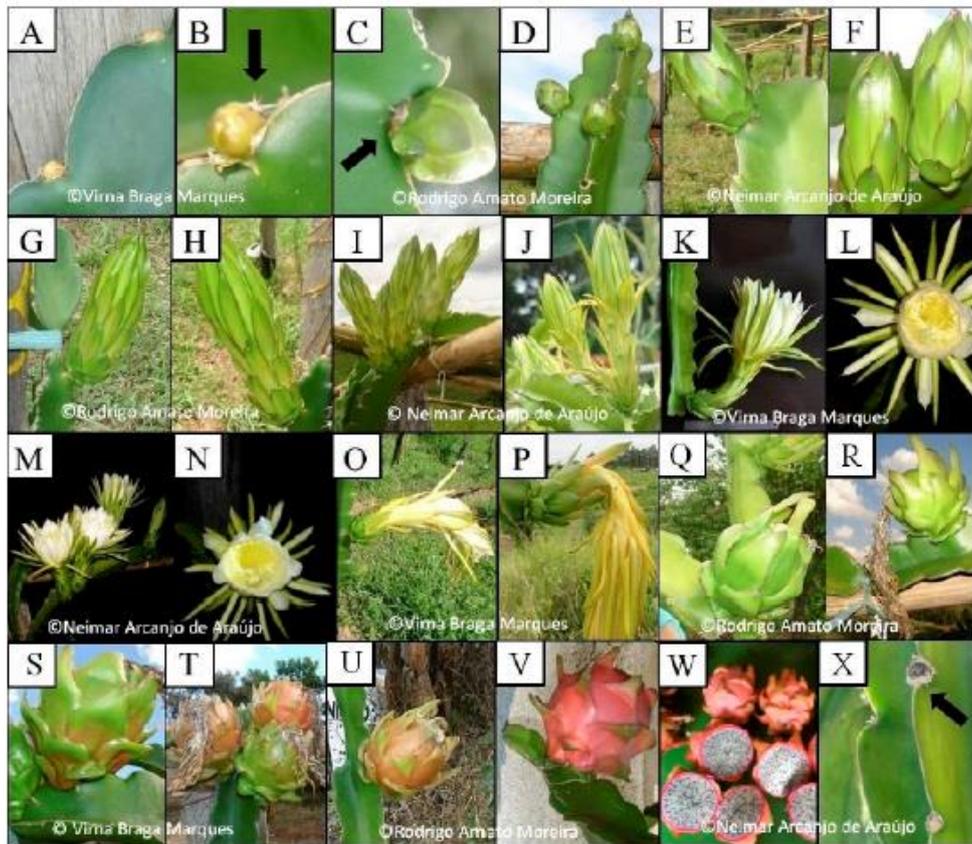


FIGURA 2. Sequência dos eventos fenológicos que ocorrem durante o período reprodutivo da pitaia vermelha: (A) aparecimento do botão floral; (B-F) alongamento do botão floral; (G-J) início do desprendimento das sépalas; (K-N) abertura da flor; (O,P) flor polinizada, (Q-R) fruto em crescimento, (S-U) início da maturação do fruto; (V) maturação do fruto; (W) frutos maduros cortados transversalmente e; (X) detalhe da aréola cicatrizada após a retirada do fruto de pitaia vermelha em Lavras, MG, 2010. Fonte: Marques et al., 2011.

Outro fator que interfere sobre o florescimento da planta de pitaia é a idade, o desenvolvimento e o tamanho do cladódio. Cladódios que já frutificaram pelo menos uma vez tendem a ser mais produtivos (2,89 frutos por cladódio) em relação a cladódios que produzem pela primeira vez (2,15 frutos por cladódio), com quase sua totalidade (96%) produzindo novamente em uma safra posterior a sua primeira produção. Em relação ao comprimento, cladódios de 40 a 60 centímetros que nunca produziram anteriormente tem até 84% de frutificação inicial enquanto cladódios menores que 40 cm ou maiores que 60 apresentam 72 e 76% de frutificação, respectivamente, o que está associado ao déficit ou alocação de reservas destinadas a frutificação segundo Costa et al. (2014).

Indução floral em pitaias

Iluminação artificial

As pitaias são conhecidamente plantas de dias longos (NERD et al., 2002), o que limita sua produção e causa uma sazonalidade dos frutos no mercado. No hemisfério norte florescem entre maio e outubro (LUDERS; MCMAHON, 2006) e no hemisfério sul a floração ocorre do final da primavera a meados do outono, (SILVA et al., 2015) sendo que ocorrem em vários fluxos floríferos em ambos os hemisférios.

Como visto anteriormente, as plantas de pitaia apresentam mudanças na duração das fases fenológicas em função do local onde são cultivadas, o que evidencia uma resposta diferenciada por parte das mesmas a uma série de fatores que levam as plantas a entrarem na fase reprodutiva e consequentemente florescerem.

Os fatores que afetam a floração da pitaia incluem idade do rebento, temperatura, aplicação de reguladores de crescimento e luz (JIANG et al., 2011), sobretudo a duração do fotoperíodo, assim, as principais pesquisas objetivando a indução floral de pitaias para o florescimento fora de época envolvem a quebra do período de escuro e a extensão das horas de luz durante o período em que as noites são mais longas (JIANG et al., 2012).

Verificou-se que o intervalo entre o início da aplicação de luz adicional e a emissão de botões florais em período não indutivo foi maior durante o inverno em relação ao verão e a indução das plantas com luz adicional no inverno resultou em emissão de botões florais em três datas sincronizadas ao passo que a luz adicional no outono provocou a emissão de botões florais de forma mais dispersa. Após três meses de luz houve uma conversão de 20% das gemas com 2,5 e 3,3 mm de largura em botões florais enquanto gemas com menor e maior calibre que estes apresentaram menor diferenciação (JIANG et al., 2016).



FIGURA 3. Experimentação com iluminação artificial para aumento do fotoperíodo em cultivo de pitaia vermelha cultivada na China. Fonte: Xiong et al. (2020)

Em outro estudo JIANG et al. (2012) analisando o efeito da adição de luz artificial para o aumento do fotoperíodo no inverno em plantas de pitaia com 5 anos de idade cultivadas em Taiwan, observou que o encurtamento do dia no verão inibi o florescimento e promove o crescimento vegetativo da pitaia vermelha.

O alongamento do fotoperíodo com iluminação artificial por quatro horas a noite contribui para a floração de inverno da pitaia vermelha. Cladódios que possuem mais de um ano apresentam porcentagem de floração de inverno mais alta em relação a brotos novos (menos de um ano) e que recebem iluminação adicional a noite no inverno. As porcentagens de brotos que floresceram após o tratamento noturno variaram de 18,2% a 27,7% entre os brotos que receberam diferentes tratamentos de verão.

O tratamento noturno aplicado entre 14 de outubro e 10 de novembro de 2011 também resultou em 88% dos brotos a florescer e os botões florais apareceram em 10 de novembro de 2011. A adição de iluminação adicional entre dezembro e março resultou em 88% de floração dos cladódios e reduziu a emissão de novos cladódios em 40%. Também a adição de luz adicional entre outubro e novembro resultaram na mesma porcentagem de florescimento dos cladódios, porém os botões florais apareceram mais cedo.

Por outro lado, Khaimov e Mizrahi (2006) estudaram a adição de três, seis e nove horas de luz a plantas de pitaias cultivadas em Israel e como resultado constataram que o alongamento do fotoperíodo não provocou mudanças na floração fora de época da pitaia.

Fitorreguladores

Os fitorreguladores são conhecidamente envolvidos nas diferentes funções fisiológicas. Na floração de plantas de pitaia, três hormônios foram identificados sendo eles auxinas, jasmonatos e brassinoesteróides (LIU et al., 2020).

Khaimov e Mizrahi (2006) avaliou a aplicação de diferentes fitorreguladores em plantas de *S. undatus* e *S. megalanthus* com aplicações mensais objetivando analisar a influência dos mesmos sobre a floração das plantas.

Dos diferentes reguladores e combinações testados a forclorfenuron e o GA₃ foram capazes de alterar o padrão de florescimento em plantas de pitaia. As plantas testadas com CPPU florescem

de 1,5 a 2,5 meses antes das plantas sem nenhum tratamento. Tanto 50 quanto 200 mg L⁻¹ de forclorfenuron aumentam o florescimento, contudo na concentração de 50 mg L⁻¹ o número de flores foi maior e a variação entre as plantas foi menor. O ácido giberélico pelo contrário inibe a emergência de flores. Em *S. undatus*, a floração foi atrasada de um a dois meses tanto em 100 quanto em 500 mg L⁻¹, porém na concentração mais alta o efeito é mais acentuado com redução de 58% das flores em *S. undatus* e *S. megalanthus* ao passo que 100 mg L⁻¹ reduziu 19% da floração em *S. megalanthus*.

O estudo da aplicação de GA₃ em pitaia buscando um aumento da floração deve ser associado a outros fatores de cultivo da planta, pois em determinadas condições a utilização dessa giberelina pode não trazer efeitos diferenciados, como o observado por Takata et al. (2016) em pitaias cultivadas em Presidente Prudente, cuja aplicação de GA₃ ocorreu em três épocas distintas.

Pólen de pitaia

O pólen desempenha importante função nas plantas superiores. Além da função biológica de servir como alimento e “recompensa” para polinizadores, o pólen tem como principal função a reprodução, sendo o órgão masculino e, portanto, carregando o material genético da planta da qual é oriundo.

No âmbito agrônômico é a partir da fecundação que as sementes se desenvolvem e durante este processo sintetizam hormônios que atuam sobre a multiplicação celular e crescimento do fruto (CHUDASAMA e THAKER, 2007), deste modo tornando-se ao início do processo, para que se tenha frutos de calibre elevado é fundamental um pólen de alta qualidade germinativa capaz de fecundar os óvulos e formar o maior número de sementes possível.

Estudos de sistemas reprodutivos conduzidos em Israel mostram que *Hylocereus* spp. é auto ou parcialmente autoincompatível (NERD et al., 2002b; LE BELLEC, 2004), motivo pelo qual polinização cruzada, seja ela natural ou manual, torna-se uma opção para alcançar produtividades mais elevadas. Neste caso a qualidade germinativa do pólen torna-se ainda mais importante, pois além dos fatores naturais que podem interferir, fatores relacionados a natureza artificial da polinização como escolha da fonte de pólen, momento exato da polinização, condições ambientais no momento da polinização, treinamento da mão-de obra especializada etc., podem interferir no sucesso da técnica, sendo recomendado pólen com a maior viabilidade possível.

Fagundes et al. (2021) estudando a viabilidade polínica em *Hylocereus polyrhzius* Weber. e *Selenicereus undatus* (Haw.) oriundos de plantas cultivadas nas condições edafoclimáticas de Minas Gerais relatam que a viabilidade do pólen para estas duas espécies chegam a 86,97% e 99,87% na primeira e segunda espécies, respectivamente. Muito ainda se tem a conhecer sobre a biologia

polínica das espécies de pitaias, sendo os estudos ainda muito limitados, porém na pouca literatura disponível Mets et al. (2000) também relata elevadas porcentagens de germinação em pólen de *H. polyrhizus* e *S. undatus*, sempre acima de 79% (Figura 4).

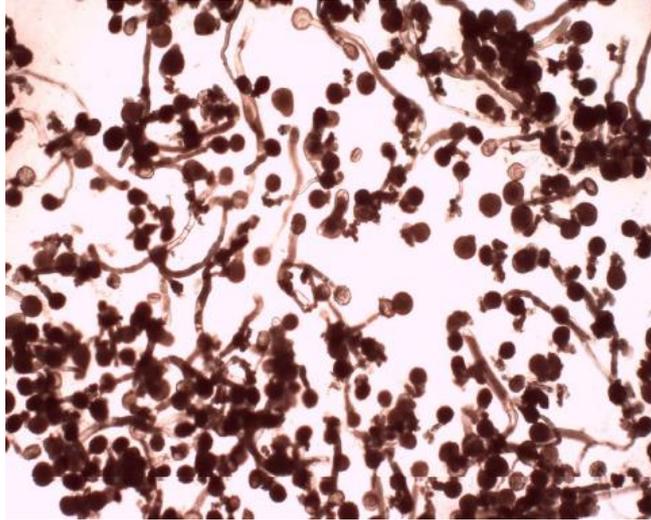


FIGURA 4. Avaliação da viabilidade polínica de grãos de pólen de Pitaia vermelha (*Hylocereus polyrhizus* Weber.). Fonte: Fagundes et al. (2017).

Referências

- BARBEAU, G. La pitahaya rouge, un nouveau fruit exotique. **Fruits**, v. 45, n. 2, p. 141-147, 1990.
- CHUDASAMA, R. S.; THAKER, V. S. Relationship between gibberellic acid and growth parameters in developing seed and pod of pigeon pea. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.19, n.1, p.43-51, 2007.
- COSTA, A. C.; RAMOS, J. D.; SILVA, F. O. R.; DUARTE, M. H. Floração e frutificação em diferentes tipos de cladódios de pitaia-vermelha em Lavras - MG. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.36, n.1, p.279-284, 2014.
- DONADIO, L. C. Pitaya. **Revista Brasileira de fruticultura**, v.31, n.3, 2009
- FAGUNDES, M. C. P. **Conservation and viability of dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus* Weber) pollen grains**. 2017. 48f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.
- FAGUNDES, M. C. P.; RAMOS, J. D.; TOSTES, N. V.; PASQUAL, M. RODRIGUES, F. A. *In vitro* germination of pollen grains in Pitahaya Species. **International Journal of Fruit Science**, v.21, n.1, p.556-564, 2021.
- KHAIMOV, A.; MIZRAHI, Y. Effects of day-length, radiation, flower thinning and growth regulators on flowering of the vine cacti *Hylocereus undatus* and *Selenicereus megalanthus*. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v.81, n.3, p.465-470, 2006.
- JIANG, Y. L.; LIN, T. S.; LEE, C. L.; YEN, C. R.; YANG, W. J. Phenology, canopy composition, and fruit quality of yellow pitaya in tropical Taiwan. **Hortscience**, v.46, n.11, p.1497-1502. 2011.
- JIANG, Y.; LIAO, Y.; LIN, T.; LEE, C. The Photoperiod-regulated bud formation of red pitaya (*Hylocereus* sp.). **Hortscience**, v.47, n.8, p.1063-1067, 2012.
- JIANG, Y.; LIAO, Y.; LIN, M.; YANG, W. Bud Development in Response to Night-breaking Treatment in the Noninductive Period in Red Pitaya (*Hylocereus* sp.). **Hortscience**, v.51, n.6, p.690-696, 2016.
- JUNQUEIRA, K. P.; JUNQUEIRA, N.T.V.; RAMOS, J.D.; PEREIRA, A.V. **Informações preliminares sobre uma espécie de pitaya do Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002.
- LE BELLEC, F. Pollinisation et fecundation de *Hylocereus undatus* et de *H. costaricensis* à l'île de la Réunion. **Fruits**, Paris, v.59, n.6, p.411-422, 2004.
- LE BELLEC, F.; VAILLANT, F.; IMBERT, E. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new fruit crop, a market with a future. **Fruits**, v.61, n.4, p.237-250, 2006.
- LI, D.; MARTINEZ, M. F. A.; SHAKED, R.; TEL-ZUR, N. Homozygote depression in gamete-derived dragon-fruit (*Hylocereus*) lines. **Frontiers in Plant Science**, v.8, n.1, p.1-13, 2017.

- LUDERS, L.; MCMAHON, G. 2006. The pitaya or dragon (*Hylocereus undatus*). **Agnote 778, n.D42**. Northern Territory Government.
- MARQUES, V. B.; Moreira, R. A.; Ramos, J. D.; Araújo, N. A.; Silva, F. O. R. Fenologia reprodutiva de pitaia vermelha no município de Lavras, MG. **Ciência Rural**, v.41, n.6, p.984-987, 2011.
- METZ, C.; NERD, A.; MIZRAHI, Y. Viability of pollen of two fruit crop cacti of the genus *Hylocereus* is affected by temperature and duration of storage. **HortScience**, v.35, n.2, p.199-201. 2000.
- MIZRAHI, Y. Vine-cacti pitayas: the new crops of the world. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 124-138, 2014.
- NERD, A.; MIZRAHI, Y. Reproductive biology of cactus fruit crops. **Horticultural Reviews**, v.18, p.321-346, 2010.
- NERD, A.; SITRIT, Y.; KAUSHIK, R. A.; MIZRAHI, Y. High summer temperatures inhibit flowering in vine pitaya crops (*Hylocereus* spp.). **Scientia Horticulturae**, v.96, n.1-4, p.343-350, 2002.
- NERD, A.; TEL-ZUR, N.; MIZRAHI, Y. Fruit of vine and columnar cacti. *In*: NOBEL, P. S. (Ed.) **Cacti: biology and uses**. Los Angeles: UCLA, 2002. p. 254-262.
- NUNES, E. N.; SOUSA, A.S.B.; LUCENA, C.M.; SILVA, S.M.; LUCENA, R. F. P.; ALVES, C.A.B.; ALVES, R.E. Pitaia (*Hylocereus* sp.): Uma revisão para o Brasil. **Gaia Scientia**, v.8, n.1, p.90-98, 2014.
- ORTIZ, T.A.; TAKAHASHI, L.S.A. Physical and chemical characteristics of pitaya fruits at physiological maturity. *Genetics and molecular research*, v.14, n.4, p.14422-14439, 2015.
- RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C.; (Eds.). **Biologia da polinização**. Rio de Janeiro: Projecto Cultural, 2014.
- SILVA, A. C.C.; MARTINS, A. B. G.; CAVALLARI, L. M. Qualidade de frutos de pitaia 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.
- TAKATA, W. H. S.; MIYAKE, R. T. M.; NARITA, N.; ONO, E. O. Effects of season and GA₃ concentrations on *Hylocereus undatus* flowering and production. **Journal of Agronomy**, v.15, n.4, p.179-183.
- VALIENTE-BANUET, A. et al. Pollination biology of the hemiepiphytic cactus *Hylocereus undatus* in the Tehuacán Valley, Mexico. **Journal of arid environments**, v. 68, n. 1, p. 1-8, 2007.
- XIONG, R.; LIU, C.; XU, M.; WEI, S.; HUANG, J.; TANG, H. Transcriptomic analysis of flower induction for long-day pitaya by supplementary lighting in short-day winter season. **BMC Genomics**, v.21, n.329, p.1-17, 2020.



Polinização complementar por abelhas para maximizar a produção e qualidade de frutos da pitaia

Breno Magalhães Freitas^{1*}; João Paulo de Oliveira Muniz^{2*}; Isac Gabriel Abrahão Bomfim^{3*}

Resumo

A produção comercial em grande escala de pitaia é recente e há pouca informação sobre polinização e frutificação nesta cultura. Portanto, o objetivo desse capítulo é apresentar informações recentes sobre a polinização de duas espécies de pitaia da casca vermelha: *Selenicereus undatus* (polpa branca) e *H. polyrhizus* (polpa vermelha), buscando enfatizar as diferenças entre essas espécies em relação ao nível de dependência de polinizadores, e o papel da polinização complementar realizada por insetos na produção e qualidade dos frutos. Para tanto, demonstramos que as flores de ambas as espécies são semelhantes, abrem a noite e atraem visitantes florais noturnos e diurnos, que são mariposas, formigas, vespas e abelhas, sendo as abelhas melíferas (*Apis mellifera*) responsáveis pela maioria das visitas às flores. No entanto, também apresentamos evidências que as duas espécies de pitaia diferem na sua dependência de polinização biótica para a produção, peso e qualidade dos frutos. A espécie *S. undatus* não depende da polinização biótica para vingar e produzir frutos, mas precisa de polinizadores noturnos como mariposas para melhorar a qualidade da produção com frutos maiores e mais pesados. Já *H. polyrhizus* apresenta autopolinização parcial e requer polinização biótica para maximizar a produção de frutos, e de abelhas para aumentar o tamanho e peso dos frutos. Essa polinização complementar ocorre a noite e de madrugada e é pouco percebida, mas nos plantios abertos sem polinizadores em ambientes protegidos (estufas, casa de vegetação etc.), pode acontecer a queda na produção e/ou qualidade dos frutos, precisando realizar a polinização manual, uma prática trabalhosa e que aumenta os custos de produção. Sendo assim, concluímos que um manejo de polinização complementar pode ser adotado em função da espécie/variedade de pitaia cultivada e suas necessidades de polinização, bem como dos polinizadores disponíveis e outros fatores que possam interferir na polinização na região do cultivo.

Palavras-chave: *Agrius cingulata*. *Apis mellifera*. *Hylocereus polyrhizus*. *Selenicereus undatus*. Polinização de pitaia.

¹ Professor titular, Departamento de Zootecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará/UFC.

² Mestre em Zootecnia pela Universidade Federal do Ceará/UFC.

³ Zootecnista, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará/IFCE, *campus* Crateús

Introdução

Pitiaia é o nome popular dado a várias espécies de cactáceas hemiepífitas nativas de regiões tropical e subtropical (FERNANDES *et al.*, 2017). Sua produção comercial em grande escala é recente e há pouca informação sobre seus requerimentos de polinização, bem como sobre o papel dos diferentes tipos de polinizadores na frutificação desta cultura (MIZRAHI; NERD; SITRIT, 2002; ORTIZ-HERNÁNDEZ; SALAZAR, 2012). No entanto, a polinização é um fator de produção agrícola importante no cultivo dessas plantas, e o seu entendimento é fundamental para o sucesso da exploração comercial (MUNIZ *et al.*, 2019). Mesmo assim, ainda há muita desinformação sobre o papel da polinização na pitiaia e como ela impacta nessa cultura. Para entendermos melhor esse processo, é necessário conhecer alguns aspectos básicos relacionados à polinização.

A polinização é o primeiro passo para a reprodução sexual das plantas. Ela consiste em nada mais do que a transferência de grãos de pólen (gameta masculino) da parte reprodutiva masculina (antras) de uma flor para a parte reprodutiva feminina (estigma) dessa ou outra flor da mesma espécie vegetal (KLEIN *et al.*, 2020). Uma vez no estigma, cada grão de pólen vai germinar emitindo um tubo com o seu material genético que irá fertilizar um óvulo dentro do ovário da flor. Assim, quantos mais óvulos houver no ovário, mais grãos de pólen precisam ser depositados no estigma, e a pitiaia possui centenas de óvulos.

É a fertilização do óvulo que gera o embrião da futura semente, e é esse embrião em desenvolvimento que leva à produção dos hormônios vegetais (fitormônios) responsáveis pelo crescimento do tecido do ovário ao seu redor (DELAPLANE *et al.*, 2013). Sendo assim, existe a necessidade de um número mínimo de embriões em desenvolvimento para o fruto vingar, e um número bem maior para que o fruto desenvolva no tamanho e formato normais para aquela espécie. Nas espécies que necessitam da polinização para vingar frutos, como a pitiaia, flores não polinizadas não geram frutos, enquanto flores mal polinizadas produzem frutos pequenos e leves (MUNIZ *et al.*, 2019). É exatamente por isso que os produtores de pitiaia realizam a polinização manual como uma prática necessária para a produção de frutos ou buscam variedades capazes de se autopolinizarem.

A maioria das espécies vegetais precisa que a polinização ocorra entre flores de plantas diferentes para vingar ou produzir frutos de melhor qualidade, no que se chama de polinização cruzada (FREITAS; BOMFIM, 2017). Outras espécies, como a pitiaia, também conseguem vingar frutos quando a polinização ocorre dentro da mesma flor, sendo, portanto, autoférteis. No entanto, o fato de a flor conseguir gerar um fruto caso o seu próprio pólen seja colocado no estigma (autofértil) não significa necessariamente que a espécie é capaz de se autopolinizar, ou seja, que a flor consegue

sozinha transferir o pólen das anteras para o estigma, ou pelo menos todo o pólen necessário para maximizar o vingamento das sementes. Algumas espécies precisam que agentes polinizadores como o vento, a chuva e até a gravidade (agentes abióticos) ou animais como as aves, os morcegos, e principalmente os insetos (agentes bióticos) façam essa transferência do pólen ao visitarem as flores ou complementem a autopolinização feita pela flor (MILFONT *et al.* 2013). A pitaiá, por exemplo, que necessita de uma grande quantidade de pólen, mesmo as variedades autoférteis, podem se beneficiar dessa polinização complementar. No entanto, isso geralmente não é reconhecido porque as flores abrem a noite, quando normalmente não há pessoas nos cultivos para observar a ação dos visitantes noturnos e crepusculares durante a madrugada e cedo do dia. Além disso, o cultivo da pitaiá no Brasil engloba espécies distintas, que possuem suas particularidades com relação à polinização (MUNIZ *et al.*, 2019; 2020).

Portanto, o objetivo desse capítulo é apresentar informações recentes sobre a polinização de duas espécies de pitaiá da casca vermelha: *Selenicereus undatus* (polpa branca) e *H. polyrhizus* (polpa vermelha), buscando enfatizar as diferenças entre essas espécies em relação ao nível de dependência de polinizadores bióticos, e o papel da polinização complementar realizada por insetos na produção e qualidade dos frutos.

Caracterização da flor da pitaiá

As flores das espécies de pitaiá *Selenicereus undatus* e *H. polyrhizus* possuem formas anatômicas idênticas, e a mesma quantidade de peças florais (Figura 1 A, B e C). As flores das duas espécies de pitaiá apresentam os mesmos tamanhos desde o lançamento dos botões florais até a antese. Todas as flores são hermafroditas, com ovário súpero, ou seja, acima da base das pétalas (Figura 1D), e o estigma posicionado acima dos estames, o que geralmente dificulta a flor se autopolinizar (Figura 1E). Essa separação espacial das partes reprodutivas é chamada de hercogamia de aproximação e busca favorecer a polinização cruzada entre as flores (RECH *et al.*, 2014). Desta forma, o polinizador na sua rota de aproximação da flor, entra em contato primeiro com o estigma, onde potencialmente deposita uma carga de pólen que trouxe de outras flores, para, só depois, entrar em contato com os estames desta flor, quando pode então receber pólen em seu corpo.



FIGURA 1. A e B – Visão lateral das flores da pitiaia de polpa branca (*Selenicereus undatus*) e da de polpa vermelha (*H. polyrhizus*), respectivamente. C e D – Flores dissecadas da pitiaia de polpa vermelha (*H. polyrhizus*) mostrando suas brácteas e partes reprodutivas. E – Detalhe da disposição do estigma um pouco acima dos estames. F e G - Flores dissecadas mostrando a disposição, o tamanho e a coloração das brácteas. H e I – frutos verde e maduro de *S. undatus*, respectivamente. Fonte: Muniz *et al.*, 2019.

Ambas as espécies possuem um florescimento em massa, com duração variando em função das condições climáticas da região, mas podendo ser tão curta como apenas três dias (MUNIZ *et al.*, 2019). A pitiaia é uma planta de florescimento noturno, portanto os horários das fases de pré-antese e antese (período que a flor permanece aberta) variam de um lugar para o outro, em função da luminosidade e quantidade diária de luz. Sendo assim, é importante deixar claro que as informações apresentadas aqui foram obtidas a baixas latitudes (região Nordeste do Brasil) com dias com aproximadamente 12h de luz e 12h de escuro. Portanto, os horários aqui mencionados devem ser tomados como referências apenas, e ajustes podem ser necessários para cultivos em outras regiões do Brasil e do mundo.

A pré-antese se caracteriza pelo começo do desprendimento das brácteas que recobrem as pétalas, o que geralmente inicia cedo da tarde (14:00h), com as flores abrindo logo antes ou depois do escurecer (19:00h). O período de antese (*i.e.* abertura até o fechamento da flor) nas duas espécies dura 12h em média, fechando totalmente já na manhã seguinte (Figura 2 A e B). Uma mudança

importante no período de antese ocorre em dias nublados e menos quentes, tanto nas flores de *Selenicereus undatus* quanto de *H. polyrhizus*. Nesses dias, as flores permanecem abertas por até duas horas a mais (9:00h), confirmando a influência da luminosidade na duração da antese (MUNIZ *et al.*, 2019).

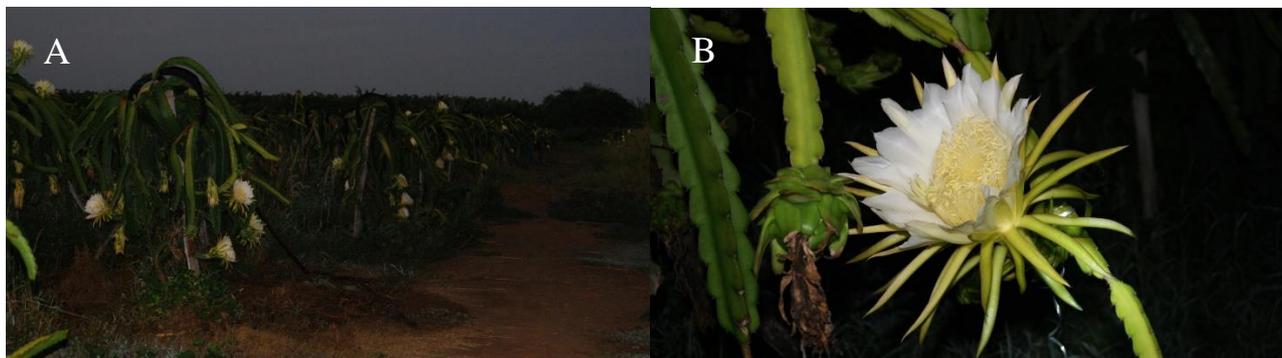


FIGURA 2. A – Cultivo de pitaias (*Selenicereus* spp.) durante florescimento mostrando o período de antese da flor que começa cedo da noite e termina na manhã seguinte. B – Flor da pitaiia *S. undatus* em fase de antese durante a noite, ao lado um fruto em fase de desenvolvimento.

Fonte: Muniz, 2017.

Durante a antese nas duas espécies, as flores no horário de 00:00h já se encontram completamente abertas, permanecendo, assim, até 2:00h da manhã, quando começam a fechar, ao mesmo tempo que ocorre uma diminuição do odor emitido pelas flores. Uma diferença marcante entre as flores de *H. polyrhizus* e *S. undatus* está na liberação dos odores, com a primeira iniciando a produção por volta das 20:00h, uma hora antes da outra. Em ambas as espécies, a liberação dos odores permanece até as flores se fecharem totalmente na manhã seguinte. O odor é uma ferramenta muito útil usada pelas plantas para atrair os polinizadores, principalmente por plantas com antese noturna (flores que abrem a noite). Algumas plantas sincronizam as emissões máximas de odores, com os horários em que há maior visitação, favorecendo a polinização por assegurar a presença dos polinizadores nas flores nos momentos em que elas estão totalmente receptivas (RECH *et al.*, 2014). A liberação de odores durante quase todo o período de antese sugere fortemente a necessidade da pitaiia de atrair visitantes noturnos e crepusculares para polinizar suas flores.

As anteras começam a liberar pólen ainda com a flor fechada, já havendo grande quantidade liberada no meio da tarde, bem antes da flor abrir ao anoitecer por volta das 19:00h. No entanto, devido ao tamanho do estigma e sua posição acima da altura das anteras, o pólen liberado nessa fase atinge apenas o estilete e não o estigma da flor (rever Figura 1E), não ocorrendo, portanto, a autopolinização antes da flor abrir (MUNIZ *et al.*, 2019). Quando a flor finalmente abre a noite,

já há uma grande quantidade de pólen disponível nas anteras, tépalas e estilete, o que, em teoria, facilita a autopolinização. Isso porque essas peças florais podem tocar e transferir pólen para o estigma quando elas se movimentam durante a abertura da flor, embora isso não seja evidente. Segundo Weiss, Nerd e Mizrahi (1994), o movimento de fechamento das tépalas ao final da antese pode ser um mecanismo de segurança da planta para o caso de a flor não ter sido polinizada até aquele momento, favorecendo a autopolinização da pitiaia. A presença de grande quantidade de pólen em várias partes da flor (apresentação secundária de pólen) também deve facilitar a captura e distribuição de pólen pelos visitantes florais, e, conseqüentemente, favorecendo a polinização.

O estigma das flores de *S. undatus* e *H. polyrhizus* estão receptivos desde sua abertura até o momento do fechamento da flor, na manhã seguinte, com essa receptividade se estendendo ainda mais nos dias nublados (Figura 5). A longa receptividade do estigma provavelmente ocorre para assegurar a deposição do máximo de grãos de pólen possível, necessários para fertilizar a grande quantidade de óvulos da flor.

As tentativas de coletar néctar em alguns estudos não foram bem-sucedidas sugerindo que provavelmente a pitiaia não o produz (LE BELLEC, 2004; MARQUES *et al.*, 2011; MUNIZ *et al.* 2019). Aparentemente, o pólen é a única recompensa alimentar aos visitantes florais.

Os visitantes florais da pitiaia

Como todas as pitaias são espécies de cactos, a literatura normalmente apresenta os morcegos como sendo seus polinizadores naturais (LE BELLEC, 2004; WEISS; NERD; MIZRAHI, 1994). De fato, a flor da pitiaia apresenta características típicas de plantas com a síndrome de quiropterofilia (polinização por morcegos), como flores grandes, brancas ou de cores claras, bem abertas, acessíveis a animais grandes como os morcegos, que abrem a noite e fecham cedo da manhã, com odor forte e grandes quantidades de pólen e/ou néctar (RECH; AVILA JR.; SCHLINDWEIN, 2014).

Segundo Weiss *et al.* (1994) e Valiente-Banuet *et al.*, (2007), os morcegos seriam os polinizadores noturnos mais eficientes. Mas as abelhas seriam os polinizadores mais eficientes durante o dia, embora tenham um período muito mais curto para visitar as flores já que elas fecham cedo de manhã (LE BELLEC, 2004; MARQUES *et al.*, 2011a; MUNIZ *et al.* 2019; 2020). No entanto, algumas espécies de pitiaia, inclusive *S. undatus* e *H. polyrhizus*, não produzem néctar, portanto quando os morcegos as visitam provavelmente apenas se alimentam do pólen (VALIENTE-BANUET *et al.*, 2007). Por outro lado, os morcegos geralmente não visitam as flores dessas plantas em cultivo, enquanto as abelhas são muito frequentes nas flores para coletar pólen (LE BELLEC, 2004; MARQUES *et al.*, 2011; MUNIZ *et al.* 2019). Assim, onde os polinizadores naturais estão

ausentes nos cultivos de pitaiá, a polinização manual tem sido uma prática frequente, que produz bons resultados no que diz respeito ao peso e qualidade dos frutos, mas acarreta aumento de mão de obra e, conseqüentemente, os custos de produção (LE BELLEC, 2004; LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006; MENEZES *et al.*, 2015a; WEISS; NERD; MIZRAHI, 1994).

No Brasil, não há relatos de cultivos comerciais sendo visitados e polinizados por morcegos. Aliás, talvez devido à prática da polinização manual ser tão difundida no cultivo da pitaiá no país, há uma carência enorme de informações sobre visitantes e potenciais polinizadores das flores dessa cultura. Uma exceção é o recente estudo de Muniz *et al.* (2019) com flores da pitaiá *Hylocereus polyrhizus* que encontrou mariposas esfingídeos, formigas, abelhas e vespas como visitantes florais (Tabela 1).

TABELA 1. Identidade, quantidade e abundância relativa de visitantes florais das flores de pitaiá da polpa vermelha (*Hylocereus polyrhizus*), durante os períodos diurno e noturno em cultivo no município de Quixeré – CE

Período	Visitantes florais	Nome científico	Quantidade	%
Noturno	Mariposa (esfingídeo)	<i>Agrius cingulata</i>	45	1,8
	Formiga	-	28	1,1
	Abelha	<i>Apis mellifera</i>	2.107	86,1
Diurno	Abelha	<i>Xylocopa (Neoxylocopa) grisescens</i>	21	0,9
	Abelha	<i>Trigona spinipes</i>	208	8,5
	Vespa	<i>Polybia (Myrapetra) sp.</i>	38	1,6
Total			2.447	100

Fonte: Muniz *et al.*, 2019.

No estudo de Muniz *et al.* (2019) também não foram observados morcegos visitando as flores, mas as mariposas esfingídeos *Agrius cingulata* com 1,8% do total de visitas foram os visitantes noturnos com maior potencial para polinizar flores de pitaiá. A flor da pitaiá é grande e bem aberta e é necessário que a mariposa pouse dentro da flor, fazendo com que toque o estigma quando passam por ele, depositando o pólen que trazem de outras flores visitadas antes (polinização cruzada). Ao baterem as asas tentando sair das flores da pitaiá, as mariposas esfingídeos, entram em contato com as anteras, adquirindo pólen no corpo e nas asas, que pode ser transferido para o estigma ao tocarem nele novamente (autopolinização) ou levado para o estigma da próxima flor a ser visitada (polinização cruzada) (Figura 3A). Desse modo, elas tanto podem favorecer a autopolinização quanto a polinização cruzada.

Normalmente as mariposas dessa espécie consomem néctar, e possivelmente são enganadas ao serem atraídas pelo forte odor das flores, já que nenhum néctar é produzido. Além disso, o comportamento de estender várias vezes a espirotromba (língua) sem ficarem paradas em um local para sugar o néctar, como é comum entre os lepidópteros, para depois tentar sair da flor, sugere que de fato elas não encontraram néctar.

Formigas também são visitantes frequentes das flores de pitaiá e costumam ficar caminhando pelas partes masculina e feminina da flor durante o período noturno (Figura 3B). Embora não possam ser consideradas importantes polinizadores, seu comportamento sugere que podem atuar como polinizadores complementares, ajudando a distribuir alguma quantidade de grãos de pólen ao redor, inclusive no estigma. Também durante a noite é possível encontrar um grande número de pequenos besouros nas flores, mas que possivelmente não são polinizadores (Figura 3C). Isso porque mesmo podendo potencialmente transportar pólen das anteras para o estigma da mesma flor (autopolinização) caso se deslocassem dentro dela, eles apresentam um comportamento quase estático sobre os estames apenas se alimentando de pólen, sendo provavelmente apenas oportunistas comedores de pólen (MUNIZ *et al.* 2019).

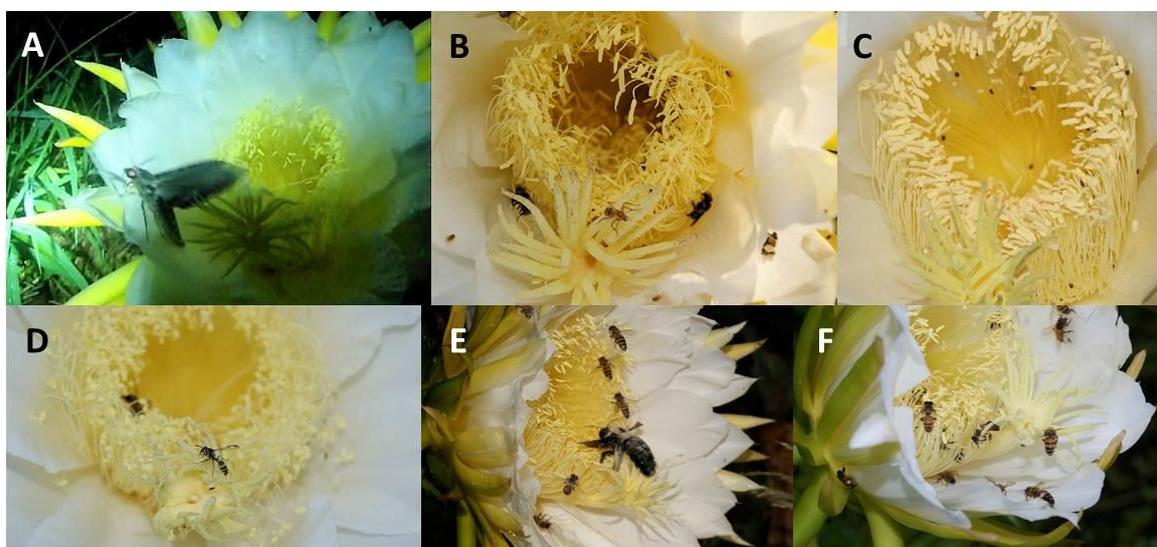


FIGURA 3. Visitantes florais encontrados nas flores de pitaias de polpa vermelha cultivadas no município de Quixeré – CE. A – Mariposa (esfingídeo) da espécie *Agrius cingulata* saindo da flor e tocando com as asas no estigma; B – Formigas (Formicidae) caminhando sobre as partes masculina e feminina da flor. C – Pequenos besouros sobre os estames. D – Vespa *Polybia (Myrapetra)* sp., com seu hábito de caçar caminhando sobre os estames e sobre o estigma. E – Abelha *Xylocopa (Neoxylocopa) grisescens* entrando na flor e tocando no estigma. F – Abelhas *Apis mellifera*, os visitantes mais encontrados nas flores da pitaiá
Fonte: Muniz *et al.*, 2019.

Os visitantes diurnos geralmente são encontrados em número muito maior do que os noturnos, o que os torna potenciais polinizadores da pitaiá. Entre os visitantes diurnos, as vespas e abelhas são os mais comuns. Muniz et al (2019) encontrou que a vespa *Polybia (Myrapetra)* sp. representou 1,6% do total de visitantes nas flores do seu estudo. Porém, eles destacam que essas vespas não se alimentavam do recurso floral oferecido por essa planta. Seu único propósito nas flores de pitaiá era a caça de presas, e isso pode ter contribuído com alguma polinização minoritária, pois na tentativa de pegar insetos eles caminhavam sobre as partes reprodutivas da flor, podendo, assim, transferir alguns grãos de pólen para o estigma (Figura 3D).

As abelhas mamangavas de toco ou carpinteiras (*Xylocopa* spp.) também são visitantes comuns das flores de pitaiá. A grande quantidade de pólen em uma só flor atrai essas abelhas grandes que precisam coletar muito desse recurso para suas crias. Na flor, as mamangavas coletam pólen e apresentam o comportamento de se agarrar às anteras e tentar caminhar sobre os estames batendo suas asas. Dessa forma, elas são capazes de adquirir grandes quantidades de pólen em seus corpos e, possivelmente, depositar esses grãos de pólen no estigma, pois geralmente entram em contato com ele na chegada e/ou na saída da flor (Figura 3E). Comparando apenas o comportamento individual com outros visitantes das flores de pitaiá, as mamangavas aparentemente realizam a polinização de forma mais eficiente devido ao seu grande tamanho e comportamento na flor. No entanto, por serem abelhas solitárias, geralmente aparecem em pequenos números nos cultivos de pitaiá, embora visitem muitas flores de plantas diferentes promovendo a polinização cruzada.

Outra abelha comum nas flores da pitaiá é a abelha sem ferrão conhecida como arapuá ou abelha cachorro (*Trigona spinipes*) (Figura 3B). Segundo Muniz *et al.* (2019), ao contrário dos demais visitantes florais, *T. spinipes* forrageia em grupos e apresenta três comportamentos distintos: i - agressão contra outros visitantes florais: indivíduos de *T. spinipes* dominam as flores de pitaiá e atacam qualquer outro visitante potencial que se aproximem, especialmente as abelhas melíferas (*Apis mellifera*), impedindo-os de visitar a flor; ii - retirada do pólen depositado no estigma: além de coletar pólen dos estames, essas abelhas utilizam suas mandíbulas para raspar o pólen depositado no estigma; iii - danificar as flores: todos os dias, entre 16:00h e 17:00h, campeiras de arapuá perfuravam as pétalas dos botões em pré-antese para coletar pólen. Sendo assim, a abelha arapuá não é normalmente considerada um importante polinizador da cultura da pitaiá devido ao seu pequeno número em flores e aos distintos comportamentos descritos anteriormente.

Finalmente, as abelhas melíferas (*A. mellifera*) são de longe os visitantes florais mais abundantes nos cultivos de pitáia pelo Brasil (Figura 3F). No estudo de Muniz *et al.* (2019), elas foram responsáveis por 86,1% das visitas às flores, e começavam as visitas às 5:00h da manhã, se estendendo até a flor se fechar totalmente. Um grande número dessas abelhas melíferas visitava as flores, geralmente chegando a mais de 30 indivíduos por flor e coletavam apenas pólen, já que ambas as espécies de pitáia do estudo não produziam néctar. Então, em movimentos frenéticos, essas abelhas moviam-se rapidamente entre os estames, com constantes sobrevoos por sobre a flor, durante os quais transferiam o pólen para a corbícula antes de pousar novamente e retomar a coleta de mais pólen.

Nas visitas às flores, as abelhas *A. mellifera* frequentemente tocam o estigma, tanto quando pousam quanto quando deixam a flor. Muniz *et al.* (2019) observaram que quanto maior a quantidade de abelhas *A. mellifera* visitando uma flor, maior era a deposição de pólen no estigma. Isso demonstra que, apesar do tamanho pequeno, o comportamento de forrageio dessa espécie na flor favorece a polinização e, por sua abundância na área, e número de visitas provavelmente, constituiu o polinizador mais importante da cultura. De forma semelhante, considerando que essa abelha se encontra em grandes números em todo o país, seu uso na polinização das flores de pitáia deve ser considerado.

O papel das abelhas na produção e qualidade dos frutos de pitáia

O papel das abelhas na produção e qualidade de frutos de pitáia tem sido pouco estudado ao redor do mundo. No Brasil, o único estudo foi realizado por Muniz *et al.* (2020), e vamos tomar esse trabalho como base para o que apresentaremos e discutiremos nesse capítulo.

No estudo, Muniz *et al.* (2020) compararam a produção de frutos e a qualidade desses frutos de duas espécies de pitáia, *Selenicereus undatus* e *H. polyrhizus*, sob cinco situações diferentes: quando as flores eram apenas marcadas para identificação e deixadas abertas no cultivo como acontece em qualquer plantio (polinização aberta); quando as flores eram ensacadas ainda antes de abrirem e mantidas ensacadas até fecharem, sem receber visitas de polinizadores (polinização restrita); quando as flores eram deixadas abertas por toda a noite, mas ensacadas as 4h da manhã para que apenas os visitantes noturnos pudessem visitá-las (polinização noturna); quando as flores eram mantidas ensacadas desde antes de abrirem e por toda a noite, mas desensacadas as 5h da manhã para que apenas os visitantes diurnos pudessem visitá-las (polinização diurna); e as flores eram vigiadas e apenas visitas de *Apis mellifera* eram permitidas. Qualquer outro visitante que aproximasse das flores

era espantado para evitar que visitassem as flores e assim tornando possível avaliar a eficiência de polinização dessa abelha (polinização por *Apis mellifera*).

Como resultado, Muniz *et al.* (2020) observaram que a pitaiá *S. undatus* vingou 100% das flores em todas as situações, mesmo aquela no qual as flores foram mantidas ensacadas e sem que os visitantes florais, inclusive *Apis mellifera*, as visitassem (Tabela 2). Portanto, demonstrando que essa espécie de pitaiá é autocompatível e consegue se autopolinizar, aparentemente pela movimentação das pétalas, estames e estigma durante o processo de abertura da flor conforme discutido anteriormente. Sendo assim, esses resultados mostraram que nenhum visitante floral, nem mesmo *A. mellifera*, desempenha qualquer papel relevante no número de frutos vingados em *S. undatus* provavelmente porque o estigma já recebe o número mínimo de grãos de pólen necessários para vingar os frutos quando a flor abre.

No que se refere a *H. polyrhizus*, os resultados foram bem diferentes. Apenas as flores expostas à polinização aberta, e aquelas que foram visitadas por *A. mellifera* vingaram 100% dos frutos. As flores abertas somente para a vista dos polinizadores noturnos vingaram 93%, mas, apesar do menor índice de frutificação, também não houve diferença significativa dos casos de polinização aberta e por *A. mellifera* (Tabela 2). No entanto, a situação na qual as flores não receberam visitantes florais (polinização restrita), vingou menos da metade das flores e foi significativamente diferente dos demais casos (Tabela 2).

Os resultados de Muniz *et al.* (2020) mostraram que a pitaiá *H. polyrhizus*, apesar de autocompatível, possui capacidade reduzida de autopolinização, não sendo sempre capaz de transferir uma quantidade mínima de pólen das anteras para o estigma que seja suficiente para vingar o fruto, sendo necessária a intervenção de visitantes florais para complementar a polinização das flores e maximizar a produção de frutos. Nota-se, no entanto, que os polinizadores noturnos, não conseguiram maximizar o vingamento de frutos, enquanto as visitas de *A. mellifera* conseguiram, talvez porque as mariposas estavam presentes em quantidades muito menores que as das abelhas. Como *A. mellifera* vingou 100% das flores, que é o mesmo índice observado no tratamento de polinização aberta, que obviamente também incluiu as visitas de *A. mellifera*, se pode concluir que o resultado igual se dá devido a esse polinizador, uma vez que, nas demais situações sem a sua presença, o vingamento foi menor.

Se para o vingamento dos frutos os polinizadores se mostram importantes apenas para a espécie *H. polyrhizus*, no que se refere ao peso dos frutos, eles são necessários para as duas espécies de pitaiá. Muniz *et al.* (2020) observaram que o peso médio dos frutos nas situações de polinização aberta, restrita, noturna e realizada por *A. mellifera* variou significativamente entre eles nas duas

espécies de pitiaia, mostrando que os polinizadores bióticos possuem um papel importante no peso final da produção nessas espécies vegetais (Tabela 3). No entanto, a forma como os polinizadores afetaram o peso dos frutos variou entre as espécies de pitiaia (Figura 4A e B).

TABELA 2. Número total de frutos vingados e colhidos em duas espécies de pitiaia, a da polpa vermelha (*Hylocereus polyrhizus*) e da polpa branca (*S. undatus*), sob cultivo em Quixeré – CE e submetidas a cinco tratamentos de polinização

Espécie de pitiaia	Tratamento (Tipo de polinização)	Nº de flores	Nº de frutos vingados	%	Nº de frutos colhidos	%
<i>H. polyrhizus</i>	Aberta	30	30 a	100%	30 a	100%
	Restrita	30	14 b	47%	14 b	47%
	Noturna	30	28 a	93%	28 a	93%
	Diurna	30	30 a	100%	30 a	100%
	<i>Apis mellifera</i>	30	30 a	100%	30 a	100%
<i>S. undatus</i>	Aberta	30	30 a	100%	30 a	100%
	Restrita	30	30 a	100%	30 a	100%
	Noturna	30	30 a	100%	30 a	100%
	Diurna	30	30 a	100%	30 a	100%
	<i>Apis mellifera</i>	30	30 a	100%	30 a	100%

Fonte: Adaptada de Muniz *et al.*, 2019.

Nota: Valores seguidos pelas mesmas letras na coluna, dentro de cada espécie, não diferem significativamente a 5% de probabilidade (teste de Kruskal-Wallis).

No caso de *S. undatus*, os frutos oriundos de polinização noturna, aberta e por *Apis mellifera* foram semelhantes entre si, mas os frutos das duas primeiras situações (noturna e aberta) foram significativamente mais pesados que os frutos provenientes da polinização restrita, ou seja, autopolinização. Isso significa que, apesar da *S. undatus* não depender de polinizadores bióticos para vingar frutos por ser capaz de se autopolinizar (rever Tabela 2), esses frutos são menores e mais leves que aqueles oriundos de polinização quando as flores são visitadas por insetos, tanto a noite quanto de dia (Tabela 3).

Em função do desempenho apresentado na situação de polinização noturna e por *A. mellifera*, pode-se assumir que, nessa espécie de pitiaia, os polinizadores noturnos são responsáveis por produzir frutos mais pesados e sua presença na área deve ser estimulada. No caso do estudo de Muniz *et al.* (2019), a mariposa *Agrius cingulata* foi basicamente o único visitante noturno com potencial para polinizar as flores da pitiaia. Portanto, considerando que a pitiaia é uma flor que abre a noite e as mariposas do grupo dos esfingídeos são reconhecidas como polinizadores eficientes dessa cultura, talvez o hábito dessas mariposas de visitarem as flores tenha favorecido aumentos no percentual de polinização cruzada e o efeito de heterose, já comprovadamente eficiente em aumentar o tamanho,

peso e/ou quantidades de substâncias constantes de frutos e sementes, como açúcares, óleos, dentre outros (GIANNINI *et al.*, 2015; MILFONT *et al.*, 2013; RIZZARDO *et al.*, 2012).

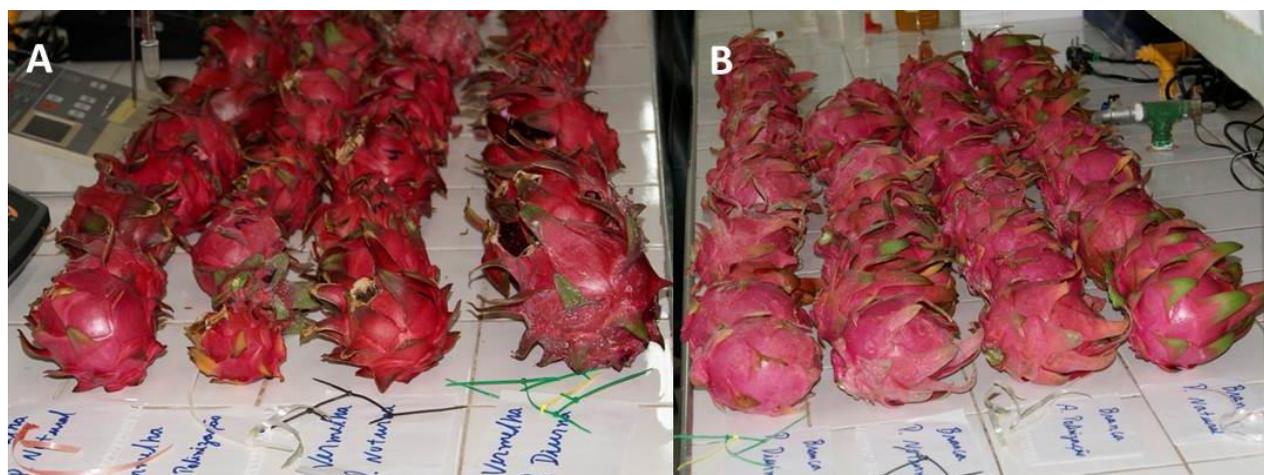


FIGURA 4. Frutos colhidos dos tratamentos de polinização aberta, restrita, noturna e por *A. mellifera* realizados em pitaias: A - *Hylocereus polyrhizus* (polpa vermelha), mostrando a diferença de tamanhos entre os tratamentos de polinização. B - *S. undatus* (polpa branca) onde visualmente há pouca diferença entre os tratamentos.

Fonte: Muniz *et al.*, 2019.

TABELA 3. Média dos pesos e medidas (\pm Desvio Padrão - DP) dos frutos colhidos em pitaiá de polpa vermelha (*Hylocereus polyrhizus*) e em pitaiá de polpa branca (*S. undatus*), submetidas a quatro tratamentos de polinização

Espécie de Pitaiá	Tratamento (Tipo de polinização)	Pesos médios totais (g)			Medidas médias totais (mm)		Nº de sementes
		Fruto	Casca	Polpa	Longitudinal	Transversal	
<i>Selenicereus polyrhizus</i>	Aberta	377,22 \pm 117 b	123,06 \pm 32 b	243,79 \pm 95 b	83,90 \pm 9,4 a	78,80 \pm 10 ab	6.190 \pm 1.102 a
	Restrita	195,23 \pm 68 d	89,63 \pm 42 c	105,78 \pm 47 d	67,58 \pm 9,0 c	62,38 \pm 8,4 c	1.139 \pm 202 b
	Noturna	290,35 \pm 84 c	102,06 \pm 25 bc	189,05 \pm 62 c	74,57 \pm 8,9 b	73,21 \pm 9,5 b	2.555 \pm 935 b
	<i>Apis mellifera</i>	475,33 \pm 138 a	169,45 \pm 66 a	303,88 \pm 102 a	88,94 \pm 11,5 a	83,18 \pm 9,8 a	6.829 \pm 902 a
<i>Selenicereus undatus</i>	Aberta	487,40 \pm 159 a	179,01 \pm 71 a	307,44 \pm 117 a	95,33 \pm 12,4 ab	81,25 \pm 9,7 ab	6.041 \pm 1.365 a
	Restrita	387,29 \pm 87 b	163,95 \pm 40 a	225,87 \pm 86 b	88,90 \pm 9,4 b	75,57 \pm 7,8 b	4.837 \pm 1.176 a
	Noturna	502,56 \pm 107 a	190,89 \pm 47 a	313,07 \pm 86 a	96,81 \pm 4,9 a	83,41 \pm 7,1 a	6.536 \pm 1.102 a
	<i>Apis mellifera</i>	443,13 \pm 130 ab	169,99 \pm 60 a	274,15 \pm 103 ab	93,59 \pm 10,9 ab	78,56 \pm 8,8 ab	6.678 \pm 1.202 a

Fonte: Muniz *et al.*, 2020.

Nota: Valores seguidos pelas mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade (test de Tukey)

A situação de polinização por *Apis mellifera*, no entanto, apesar de produzir frutos cujo peso não diferiu dos mais pesados, também não diferiu dos mais leves (polinização restrita), colocando a sua contribuição ao peso dos frutos em uma posição intermediária. De forma diferente da mariposa *Agrius cingulata*, a abelha *A. mellifera* se movimentou muito dentro da flor, privilegiando, assim, a autopolinização, que não diferiu muito daquela já realizada pela própria flor.

O aumento do peso dos frutos de *S. undatus* devido aos polinizadores, principalmente os noturnos, foi importante também porque não foi observada diferença significativa no peso da casca dos frutos em nenhuma das situações de polinização testadas (Tabela 3). Dessa forma, as diferenças observadas no peso dos frutos de *S. undatus* se devem a incrementos no peso das polpas. De fato, Muniz *et al.* (2020), apontam que a análise do peso das polpas mostrou as mesmas diferenças significativas observadas para o peso dos frutos, de forma que o peso médio da polpa de frutos oriundos de polinização noturna, aberta e por *Apis mellifera* não foram diferentes entre eles, mas as polpas dos frutos de polinização noturna e aberta foram significativamente mais pesadas do que a polpa de frutos provenientes do tratamento de polinização restrita (Tabela 3).

Esse mesmo padrão foi mantido no que diz respeito ao comprimento dos frutos, representado por sua medida longitudinal (comprimento), tendo variado um pouco no diâmetro dos frutos, em que apenas aqueles originados de polinização noturna foram diferentes dos de polinização restrita, não havendo diferença entre as demais situações de polinização (Tabela 3).

Mas Muniz *et al.* (2020) constataram que a pitaiá *H. polyrhizus*, no entanto, apresenta resultados bem diferentes de *S. undatus* no que se refere às características do fruto em função do tipo de polinização (Tabela 3). O peso médio dos frutos nessa espécie de pitaiá é diferente para todas as situações de polinização (Tabela 3). A polinização por *A. mellifera* produziu os frutos mais pesados, seguida pela polinização aberta, depois a noturna e, finalmente, a restrita. Esse resultado mostra claramente que *H. polyrhizus* não só depende de polinizadores para vingar a maioria de seus frutos, mas que o principal polinizador nas condições estudadas foi *A. mellifera*, pois maximizou a produção de frutos (rever Tabela 2).

Diferente da pitaiá *S. undatus*, nos frutos de *H. polyrhizus*, o peso das cascas variou significativamente com as situações de polinização. A casca dos frutos oriundos de polinização por *A. mellifera* foram as mais pesadas e diferiram significativamente das demais (Tabela 3). A polinização aberta produziu cascas tão pesadas quanto à polinização noturna, no entanto significativamente mais pesadas que a polinização restrita. Por outro lado, as polinizações restrita e noturna não foram diferentes entre si quanto ao peso das cascas (Tabela 3).

Apesar das diferenças nos pesos das cascas, o peso das polpas apresentou o mesmo padrão observado para o peso dos frutos e discutido anteriormente. Os frutos oriundos de polinização por *A. mellifera* apresentando polpa significativamente mais pesada que os demais, seguidos pela polinização aberta, depois a noturna e finalmente a restrita (Tabela 3).

No que refere ao tamanho dos frutos, aqueles oriundos de polinizações por *A. mellifera* e natural foram significativamente maiores (mais compridos e mais largos) que os originados de polinização restrita e noturna, exceto no caso do diâmetro transversal entre a polinização aberta e a noturna, que não foram significativamente diferentes (Tabela 3). A polinização noturna produziu frutos significativamente mais longos e largos que a polinização restrita (Tabela 3).

Finalmente, o mesmo padrão significativamente diferente entre as quatro situações de polinização, observado para o peso dos frutos e o peso da polpa, foi também verificado para o número de sementes. Novamente, diferente de *S. undatus*, em que o tipo de polinização não afetou o número médio de sementes por fruto, em *H. polyrhizus* a polinização por *A. mellifera* apresentou um número de sementes significativamente maior que os demais, seguidos pela polinização aberta, depois a noturna e finalmente a restrita (Tabela 3).

Os melhores resultados obtidos no tratamento de polinização com *Apis mellifera* na pitiaia *H. polyrhizus* surpreendem. Esse tipo de polinização produziu resultados significativamente maiores que a polinização aberta, da qual as abelhas *A. mellifera* também faziam parte no peso do fruto, da casca e da polpa, quando, no mínimo, se podia esperar que não diferissem, devido à presença dessas abelhas em ambas as situações. Segundo Muniz *et al.* (2020), uma explicação, no entanto, pode ser devido ao fato das flores da polinização por *A. mellifera* terem ficado cobertas durante toda a noite, sendo descobertas somente às 5:00h da manhã. Esse procedimento preservava os recursos dessas flores, enquanto, no tratamento de polinização aberta, as flores ficavam acessíveis aos visitantes durante toda a noite, e já não se mostravam tão atrativas na manhã seguinte. Assim, observou-se que, ao remover a cobertura das flores de polinização por *A. mellifera*, o número de abelhas visitando a flor era sempre muito grande, até mais de 30 abelhas por flor (Figura 5A), e sempre maior do que nas flores da polinização aberta e outras flores do cultivo que não faziam parte do experimento.

O tamanho relativamente pequeno de *A. mellifera*, em relação à flor da pitiaia, sugere que ela não seja uma polinizadora eficiente, porque poderia facilmente entrar e sair da flor sem tocar no estigma. No entanto, o que se observou nas condições descritas acima foi que o frenesi de uma grande quantidade de abelhas visitando a flor ao mesmo tempo promovia o contato com o estigma da flor com frequência, levando a uma grande deposição de seu pólen (Figura 5B). A quantidade menor de abelhas nas flores do tratamento aberto fazia com que elas conseguissem entrar e sair da flor, tendo

menos contato com o estigma. Ou seja, muitas abelhas por flor podem produzir mais frutos, frutos mais pesados e com maior quantidade polpa na pitaiá *H. polyrhizus*, e isso pode ser considerado no manejo de *A. mellifera* para a polinização dessa espécie de pitaiá.



FIGURA 5. Flores de pitaiá (*Hylocereus polyrhizus*). A – Um grande número de visitantes na flor de pitaiá no tratamento de polinização por *Apis mellifera*. B – Estigma com muito pólen depositado depois da visitação exclusivamente por abelhas melíferas (*Apis mellifera*).

Fonte: Muniz *et al.*, 2020.

Quando se trabalha usando abelhas na polinização agrícola, uma questão importante é se assegurar que as abelhas irão visitar as flores do cultivo e não as de plantas silvestres que cresçam nas redondezas ou até dentro do plantio. No estudo de Muniz *et al.* (2020), eles perceberam que quando a área não recebeu os tratamentos culturais normais (roço), o número de abelhas *A. mellifera* caiu muito nas flores de pitaiá, porque elas preferiram visitar as flores de marianinha (*Commelina benghalensis* L.) que crescia dentro do cultivo. Mesmo com muitas flores de pitaiá ainda abertas e com recurso disponível, a flor da marianinha atraiu as abelhas a partir das 7:00h da manhã, inclusive nos dias nublados, que as flores de pitaiá permaneciam abertas por mais tempo. Isso demonstra que a marianinha é mais atrativa do que a pitaiá para a abelha *A. mellifera*. A competição pela marianinha e também por outras espécies de plantas que possa ocorrer, também é um fator importante que deve ser considerado no manejo da cultura, visando incrementos de produtividade em função da polinização.

Finalmente, o tipo de polinização parece influenciar pouco as características físico-químicas dos frutos de *S. undatus* e *H. polyrhizus* (Tabela 3). Muniz *et al.* (2020) não encontraram diferenças significativas entre os frutos de todas as situações de polinização em ambas as espécies de pitaiá para sólidos solúveis totais (°brix) e a relação sólidos solúveis totais (°brix) /acidez, como também para a acidez dos frutos de *S. undatus* (Tabela 3). A acidez dos frutos de *H. polyrhizus* somente apresentou diferença significativa entre as situações de polinização noturna e restrita (Tabela 4). Por outro lado,

o pH dos frutos foi significativamente menor no tratamento de visitas por *A. mellifera* em ambas as pitaias, em relação às demais situações de polinização, exceto no caso da polinização restrita em *S. undatus*. As demais situações de polinização não apresentaram diferenças significativas entre si (Tabela 4).

TABELA 4. Médias (\pm Desvio Padrão - DP) das características físico-químicas dos frutos colhidos das pitaias de polpa vermelha (*Hylocereus polyrhizus*) e pitiaia de polpa branca (*S. undatus*), submetidas a quatro tipos de polinização em área do cultivo em Quixeré – CE.

Espécie de pitiaia	Tratamento (Tipo de polinização)	pH	°Brix	Acidez	°Brix/Acidez
<i>Hylocereus polyrhizus</i>	Aberta	5,22 \pm 0,20 a	13,87 \pm 0,30 a	0,22 \pm 0,00 ab	62,83 \pm 8,30 ab
	Restrita	5,03 \pm 0,20 a	12,78 \pm 0,80 a	0,19 \pm 0,00 b	68,94 \pm 9,10 a
	Noturna	5,21 \pm 0,00 a	13,57 \pm 0,20 a	0,27 \pm 0,00 a	51,72 \pm 8,40 ab
	<i>Apis mellifera</i>	4,60 \pm 0,20 b	13,15 \pm 0,10 a	0,29 \pm 0,00 a	45,02 \pm 5,50 b
<i>Selenicereus undatus</i>	Aberta	5,48 \pm 0,30 a	13,45 \pm 0,90 a	0,15 \pm 0,00 a	91,17 \pm 19,70 a
	Restrita	4,92 \pm 0,10 ab	13,47 \pm 0,10 a	0,23 \pm 0,00 a	59,42 \pm 1,20 a
	Noturna	5,53 \pm 0,50 a	12,92 \pm 0,00 a	0,23 \pm 0,10 a	63,37 \pm 26,80 a
	<i>Apis mellifera</i>	4,67 \pm 0,10 b	12,75 \pm 0,50 a	0,26 \pm 0,00 a	48,51 \pm 3,40 a

Fonte: Muniz *et al.*, 2020.

Legenda: °Brix - Total de Sólidos Solúveis.

Nota: Valores seguidos pelas mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade (test de Tukey)

Considerações finais

Várias espécies de pitiaia são hoje cultivadas ao redor do mundo, e pouco se sabe das suas necessidades de polinização, que não são necessariamente as mesmas. O presente capítulo demonstrou em duas espécies de pitiaia muito cultivadas no Brasil, que apesar das suas flores serem parecidas, poderem ser polinizadas com o próprio pólen (autofecundação) e serem capazes de se autopolinizar, isso não é suficiente para maximizar a produção de frutos grandes e pesados.

As espécies de pitiaia apresentadas nesse capítulo, apesar de autoférteis, diferem na sua dependência de polinização biótica para a produção, peso e qualidade dos frutos. Embora *Selenicereus undatus* independa de visitantes florais para vingar frutos por autopolinização, ela necessita de polinização complementar dos insetos para produzir frutos maiores e mais pesados,

incrementando a qualidade da produção. *Hylocereus polyrhizus*, por sua vez, depende da polinização biótica, tanto para maximizar a produção de frutos, quanto para aumentar o tamanho e peso deles.

Essa dependência da polinização complementar geralmente não é percebida porque a maioria dos cultivos é a céu aberto e ela pode estar sendo feita durante a noite, de madrugada ou cedo da manhã por insetos silvestres que ocorrem naturalmente nas áreas de cultivo e não são notados. Quando esses polinizadores não estão presentes nos plantios abertos ou as pitaias são cultivadas em ambientes protegidos (estufas, casa de vegetação etc.), pode acontecer a queda na produção e/ou qualidade dos frutos, criando então a necessidade de realizar a polinização manual, uma prática trabalhosa e que aumenta os custos de produção.

Portanto, o produtor deve estar atento para conhecer os polinizadores responsáveis pela polinização das flores de pitaiá em sua região e assegurar suas presenças em seu cultivo. Isso pode ser alcançado com práticas amigáveis que favoreçam e atraiam aos polinizadores silvestres como as mariposas (ex. *Agrius cingulata*, e outras espécies) e abelhas como as mamangavas (ex. *Xylocopa griscensens*, e outras espécies) e/ou introduzir abelhas criadas e manejadas para realizarem a polinização, como a *Apis mellifera* e algumas espécies de abelhas sem ferrão.

Finalmente, é preciso entender que o manejo de polinização deve ser adotado em função da espécie/variedade de pitaiá cultivada e suas necessidades de polinização, bem como os polinizadores disponíveis e outros fatores que possam interferir na polinização na região do cultivo. Por exemplo, na situação apresentada aqui, a proteção de flores de *H. polyrhizus* de visitantes noturnos e o controle do florescimento na área de plantas competidoras por polinização, como a marianinha (*Commelina benghalensis*), são técnicas de manejo que podem ser usadas para aumentar o número de visitas de *Apis mellifera* e outras abelhas às flores na área estudada, com consequentes incrementos no número de frutos vingados e na qualidade da produção de frutos. No entanto, essa situação certamente não é a mesma para todos os cultivos no Brasil.

Agradecimentos

Breno M. Freitas agradece ao CNPq pela Bolsa de Produtividade (# 308948 / 2016-5). Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Finanças Código 001. Os autores também agradecem a colaboração e parceria do Prof. Dr. Márcio Cleber de Medeiros Corrêa e à Fazenda FRUTACOR por permitir o uso de seu pomar, bem como pelo apoio com o trabalho de campo nos estudos com a pitaiá.

Referências

- DELAPLANE, K. S. *et al.* Standard methods for pollination research with *Apis mellifera*. **Journal of Apicultural Research**, v. 52, n. 4, p. 1-28, 2013.
- FERNANDES, L. M. de S. *et al.* Caracterização do fruto de pitaiá orgânica. **Biodiversidade**, v. 16, n. 1, p. 167-178, 2017.
- FREITAS, B. M.; BOMFIM, I. G. A. A necessidade de uma convivência harmônica da agricultura com os polinizadores. *In*: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos CGEE. (org.). **Importância dos polinizadores na produção de alimentos e na segurança alimentar global**. 1ed. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, CGEE, 2017, p. 39-50.
- GIANNINI, T. C. *et al.* The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v. 108, n. 3, p. 849-857, 2015.
- KLEIN, A. *et al.* **A polinização agrícola por insetos no Brasil: um guia para fazendeiros, agricultores, extensionistas, políticos e conservacionistas**. Freiburg: Ed. Albert-Ludwigs University Freiburg, Nature Conservation and Landscape Ecology, 2020.
- LE BELLEC, F. Pollinisation et fécondation de *Hylocereus undatus* et de *H. costaricensis* à l'île de la Réunion. **Fruits**, v. 59, n. 6, p. 411-422, 2004.
- LE BELLEC, F.; VAILLANT, F.; IMBERT, E. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new fruit crop, a market with a future. **Fruits**, v. 61, n. 4, p. 237-250, 2006.
- MARQUES, V. B. *et al.* Fenologia reprodutiva de pitaiá vermelha no município de Lavras, MG. **Ciência Rural**, v. 41, n. 6, 2011.
- MENEZES, T. P. *et al.* Artificial pollination and fruit quality in red pitaya. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 3, p. 801-807, 2015.
- MILFONT, M. O. *et al.* Higher soybean production using honeybee and wild pollinators, a sustainable alternative to pesticides and autopolination. **Environmental Chemistry Letters**, v. 11, n. 4, p. 335-341, 2013.
- MIZRAHI, Y.; NERD, A.; SITRIT, Y. New fruits for arid climates. *In*: JANICK, J.; WHIPKEY, A. (org.). **Trends in new crops and new uses**. Alexandria: Ed. ASHS Press, 2002. p. 378-384.
- MUNIZ, J. P. O. **Abelhas e a polinização da pitaiá (*Hylocereus* spp.): implicações no vingamento, características físicas e físico-químicas dos frutos**. 2017. 81f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2017.
- MUNIZ, J. P. O. *et al.* Floral biology, pollination requirements and behavior of floral visitors in two species of pitaya. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 50, n. 4, p. 640-649, 2019.

MUNIZ, J. P. O. *et al.* Complementary bee pollination maximizes yield and fruit quality in two species of self-pollinating pitaya. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 51, n. 4, p. 1-9, 2020.

ORTIZ-HERNÁNDEZ, Y. D.; SALAZAR, J. A. C. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a short review. **Comunicata Scientiae**, v. 3, n. 4, p. 220-237, 2012.

RECH, A. R. *et al.* **Biologia da Polinização**. Rio de Janeiro: Ed. Projeto Cultural, 2014.

RECH, A. R.; AVILA JR, R. S.; SCHLINDWEIN, C. Síndromes de polinização: especialização e generalização. *In*: RECH, A. R. *et al.* (ed.). **Biologia da polinização**. Rio de Janeiro: Editora Projecto Cultural, 2014. p. 171-181.

RIZZARDO, R. A. G. *et al.* *Apis mellifera* pollination improves agronomic productivity of anemophilous castor bean (*Ricinus communis*). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 84, n. 4, p. 1137-1145, 2012.

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

WEISS, J.; NERD, A.; MIZRAHI, Y. Flowering behavior and pollination requirements in climbing cacti with fruit crop potential. **HortScience**, v. 29, n. 12, p. 1487-1492, 1994.

Capítulo 03



Produção de Pitaias em Tutoros Vivos

Leandro Saccuman Prado^{1,1}

Resumo

A produção de Pitaias no Brasil vem crescendo a cada safra, e com isso novas formas de produção surgem para suprir a demanda do mercado produtor e consumidor. A pitaita é um cacto trepador que necessita de tutoramento para uma melhor produção. Na maioria dos cultivos do país é utilizado mourões de madeira ou concreto para fazer esse tutoramento. Nesse capítulo será demonstrado e avaliado o uso de tutores vivos como uma forma mais sustentável de produção e que pode trazer benefícios ao agroecossistema como Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN), cobertura do solo, melhoramento das condições físicas, químicas e biológicas do solo, auxílio de drenagem, ciclagem de nutrientes, atração de fauna, melhora da microbiota na área, sombra controlada, sequestro de carbono, entre outros. Foi citado um estudo de caso na UFRRJ com o uso de estacas de *Gliricídias* como tutor vivo, onde o autor manejou e acompanhou a área por 14 meses de junho de 2020 a setembro de 2021 no mestrado profissional em Agricultura Orgânica. Como o Brasil é um país muito extenso, as melhores espécies de árvores para serem usadas como tutores podem variar de acordo com o Bioma e clima da região. O produtor que desejar usar esse sistema deve se atentar às melhores árvores nativas de sua região, ou exóticas que se adaptam ao seu entorno, com preferência ao uso de espécies leguminosas para obter mais vantagens nos serviços ambientais oferecidos por elas. Se fazem necessárias novas pesquisas e áreas experimentais com tutores vivos para unir sustentabilidade com alta produção.

Palavras-chave: Adubação verde. Estaquia. Fruticultura orgânica. *Gliricidia sepium*. Serviços Ecossistêmicos.

¹ Produtor Rural em Prisma Agropecuária; Agricultor Orgânico em Samburá Orgânicos – Silva Jardim – RJ. Administrador de Empresas pela Unigranrio; Pesquisador em @pitaiarj no instagram e youtube.

Introdução

A fruticultura orgânica vem crescendo muito no país pela busca de qualidade de vida para os produtores e consumidores. A preocupação por novas formas de cuidar do solo e dos agroecossistemas tem motivado pesquisas por formas mais sustentáveis de manejo e produção de fruteiras e outros alimentos. O Brasil é um dos cinco maiores produtores de frutas tropicais do mundo, junto com Tailândia, Filipinas, Índia e China, e tem um grande potencial de crescimento. Com o aumento do consumo de produtos naturais e orgânicos pelo Brasil e no mundo, novas espécies de frutas têm ganhado cada vez mais espaço nas prateleiras dos pontos de venda e feiras de agricultores, seja pela descoberta de novos sabores ou inclusão de alimentos funcionais na dieta. A pitáia entra nesse nicho de frutas tropicais exóticas que ganham mais notoriedade com o avanço de sua produção, divulgação e comercialização. Segundo o último censo agropecuário de 2017, no Brasil foram produzidas 1459 toneladas, sendo o estado do RJ permanecendo em sétimo lugar nesse ranking com 27 toneladas, sendo 586 toneladas de SP, o maior produtor do país dessa fruta, seguido de SC, MG, PA, RS e PR (IBGE, 2019).

Para manter a fertilidade do solo e maximizar a produção de fruteiras algumas práticas são necessárias como rotação de culturas, uso de resíduos culturais, esterco, plantio de leguminosas e adubação verde. A aplicação de adubos orgânicos aos solos tropicais proporciona uma melhoria em suas propriedades físicas, químicas e biológicas, tendo uma boa resposta das plantas. A quantidade necessária deve seguir a recomendação de análise de solo, tentando ao máximo aproveitar as fontes orgânicas disponíveis na propriedade. (EMBRAPA, 2003)

A pitáieira é uma cactácea trepadeira natural da América Central, ocorrendo em áreas de sub-bosque e com solo rico em matéria orgânica. Nesse ambiente ela se desenvolve usando árvores e rochas como tutor, buscando áreas com mais incidência solar para florir e frutificar nos meses mais quentes e com maior fotoperíodo do ano. Considerada rústica e de boa adaptação é uma boa opção de produção em áreas sem irrigação ou com pouca precipitação onde não seria possível cultivar outras fruteiras, por seu metabolismo CAM ou MAC (Metabolismo ácido das crassuláceas) que permite menos perda de água durante a fotossíntese, abrindo seus estômatos somente à noite. Nos cultivos comerciais do Brasil geralmente são utilizados mourões de madeira ou concreto denominados palanques, para que ocorra um manejo da planta de forma a ser conduzida ao topo do mourão onde forma-se a “copa” pelo crescimento e condução de brotos mais superiores. Utiliza-se pneus usados, madeira ou concreto no topo da estrutura para acomodar esses cladódios que podem atingir mais de

100 cm de comprimento e um peso considerável de acordo com a quantidade de frutos. Outro sistema de tutoramento utilizado é o de espaldeiras como na cultura do maracujazeiro e parreiras.

Nesse capítulo será explicado sobre uma outra forma de cultivo muito utilizada no México e começando a ganhar espaço no Brasil que é o uso de tutores vivos, com algumas espécies de árvores que aceitem podas constantes para manejar o sombreamento das pitaias bem como formar o palanque para as plantas se acomodarem. Aprendendo com a natureza, a ancestralidade da Pitaia pode ser uma boa forma de condução das plantas em áreas mais quentes com muita incidência solar e/ou solo degradado.

Histórico

A planta da pitaia é um cacto suculento, rústico, epífito, trepador, com frutos de sabor agradável. Existem de 16 a 18 espécies distribuídas nas Antilhas, México, América Central e norte da América do Sul, sendo México e Nicarágua os países que têm a maior diversidade genética. É uma planta perene, trepadeira, silvestre, resistente à seca, podendo crescer nas copas de árvores, e sobre rochas e paredes além do solo. O uso de tutores vivos é comum no México desde a década de 90. (ALVARADO et al, 2003).

Na região Maia de Quintana Roo, as pitaias são plantadas em sistemas com tutores vivos denominados Sistemas Agroflorestais (figura 1), sendo usadas árvores nativas da região como *Bursera simaruba* (Chaka) e *Pseudobombax ellipticum* (Amapola), e algumas frutíferas para que seja aproveitado os subprodutos dos tutores como frutos, lenha, sementes e produtos medicinais. Além disso esses produtores plantam em seus sistemas espécies para que seja usado as fibras para amarrar as pitaias nos tutores vivos, como *Paragonia pyramidata* e *Hibiscus elatus*. (DIOS et al, 2014)



FIGURA 1. Sistema Agroflorestal na região de Los Chunes, Quintana roo, no México.
Fonte: DIOS et al, 2014

Nesse trabalho de pesquisa no México foram identificadas 40 espécies para tutores vivos, onde 37% foram leguminosas e o restante 63% entre outras famílias, e que as preferidas pelos camponeses foram as mais resistentes a podas severas como: *Bursera simaruba*, *Lysiloma latisiliquum*, *Piscidia piscipula*, *Caesalpinia gaumeri* e *Ficus máxima*. (DIOS et al, 2014)

A necessidade de tutoramento e sombra parcial da cultura faz dos tutores vivos um grande potencial de forma de condução. O Manejo da copa dos tutores propicia uma abertura dos galhos e aumento da incidência solar, sendo possível ainda utilizar esses restos vegetais no pé da pitaia, proporcionando adubação, cobertura de solo, decomposição e incorporação de matéria orgânica e favorecimento aos microrganismos edáficos, aumentando a sustentabilidade pela ciclagem de nutrientes. (POLLNOW, 2018)

Segundo Corte (2019), em sua pesquisa de dissertação, onde foi avaliado o crescimento de 4 espécies de pitaieiras em 3 tratamentos de insolação, concluiu que: No ambiente em sub-bosque de vegetação nativa do semiárido em área de transição da caatinga com o Cerrado, espécies de pitaieiras testadas tem crescimento inicial semelhantes. Nesta situação, ocorre crescimento mais acelerado inicialmente que na taxa de crescimento no período de estiagem. Quando as pitaieiras são cultivadas sobre cobertura de sombrite com 50% de interceptação da luz solar, das espécies avaliadas, a *Selenicereus costaricensis* apresenta maior desempenho nos primeiros meses de cultivo. O sombreamento aumenta o percentual de sobrevivência e favorece o crescimento das espécies de

pitaieiras. O cultivo a sol pleno, promove maior mortalidade, inibe as brotações e o crescimento vegetativo das espécies de pitaieiras nas condições de clima no semiárido brasileiro. (Corte, 2019)

Em outra pesquisa (Ventorim, 2019), foi realizado o trabalho com 4 tratamentos de insolação em plantas jovens e foi concluído que, a maior interceptação da luz solar com sombrite 50% favorece o crescimento inicial das pitaieiras (*Selenicereus undatus*), resultando nos maiores comprimentos totais dos cladódios sob manejo orgânico para a região de Leopoldina – MG. O cultivo a pleno sol nas condições climáticas em que se realizou o experimento é significativamente desvantajoso ao crescimento inicial da pitaieira. O sombreamento 30% e implantação simultânea de bananeiras em consórcio com as pitaieiras não oferecem interceptação de luz solar de forma a favorecer o crescimento desta cactácea nos primeiros 12 meses de cultivo.

Leguminosas arbóreas para tutor vivo

O uso de leguminosas arbóreas em sistemas agroflorestais conjuga uma série de atributos ecológicos que podem ser identificados como serviços ambientais, uma vez que permitem um aumento da biodiversidade via regeneração natural, rápida cobertura do solo permitindo um melhor reabastecimento dos mananciais hídricos, elevada produção de biomassa vegetal e sua possível incorporação como matéria orgânica do solo, além de suprir as outras plantas, via serrapilheira, com nitrogênio (N) oriundo de uma fonte não poluidora. (Franco et al, 2000)

Segundo o mesmo autor, além de fixar grandes quantidades de N e contribuir com aporte elevado de biomassa ao solo, estas espécies podem contribuir para a reciclagem de nutrientes de modo efetivo, uma vez que a qualidade do material aportado é geralmente superior àquela oriunda de espécies não leguminosas.

É muito importante o produtor escolher espécies que se encaixam em sua realidade de clima e posição geográfica, bem como espécies que aceitem podas constantes para que a vida útil do tutor seja suficiente para acompanhar a pitaia por toda a fase de vida e produção. Também desejável que sejam espécies com folhas finas e copa não muito densa para não sombrearem muito.

Estudo de caso

Área experimental da UFRRJ – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro:

A área experimental está localizada no setor de Grandes Culturas do Instituto de Agronomia da UFRRJ – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (figura 2), situada no município de Seropédica – RJ, na altitude de 36m, latitude 22°44'29" Sul e longitude 43°42'19" Oeste. (IBGE). O clima é tropical sub úmido com pouco ou nenhum déficit hídrico e mesotérmico com calor bem distribuído o ano todo (INMET)

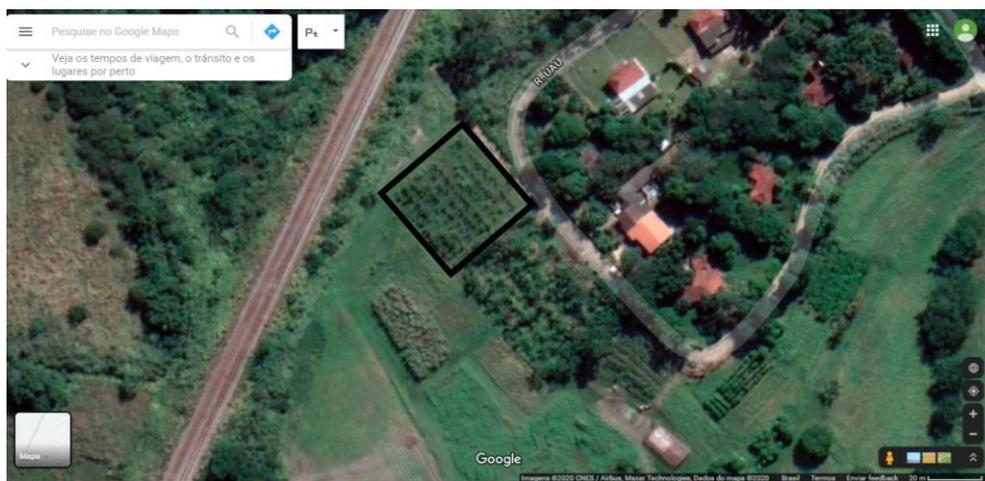


FIGURA 2. Localização da área experimental circulado em preto.

Fonte: Google maps em 29/11/20

A área total é de 36x36m (1296m²), sendo utilizado o espaçamento de 4x2m. O preparo de berços foi feito por 3 pessoas em 2 dias de trabalho, com 40cm de largura por 80cm de profundidade e adubadas com 250g de Fosfato Natural Yoorin, 250g de calcário dolomítico e 4 pás de esterco de curral curtido (aproximadamente 30 litros), misturados através de trato motorizado. O plantio foi realizado no dia 27/08/2019, sendo que as estacas de gliricídias e mudas de pitaieiras foram plantadas juntas sem enraizamento prévio em meio período do dia, com a profundidade de 50cm e 5cm respectivamente. A poda de formação da copa do tutor foi feita com aproximadamente 1,60m após enraizamento da estaca.

Foram utilizadas 149 estacas de gliricídia, divididas em 9 linhas com 16 a 17 plantas, com espécies variadas de pitaias. (figura 3). A área não possui sistema de irrigação.



FIGURA 3. Área experimental da UFRRJ

Fonte: Do autor, 2021

O Manejo de podas é feito constantemente para retirada de brotos inferiores à copa, bem como escolha dos brotos superiores que irão formar a copa (Figura 4). Essa biomassa vegetal serve de cobertura de solo para as raízes da pitaiá, mantendo a umidade e melhorando as condições físicas, químicas e biológicas do solo ao se decomporem, aumentando também a vida microbiana do entorno (Figura 5).



FIGURA 4. Foto **A**, com brotos sem poda; foto **B** com as podas de retirada de brotos inferiores e escolha de brotos superiores.

Fonte: do autor, 2020



FIGURA 5. Material de poda na linha.
Fonte: Do autor, 2021

A necessidade constante de podas de brotos dos tutores vai depender de cada região do País, bem como disponibilidade de água e nutrientes para as árvores. A poda drástica, de formação de copa, deve ser feita sempre com cuidado para não afetar as pitaias, e com planejamento para que não fique muita sombra na área. (Figura 6). Se o produtor desejar retirar estacas desses tutores para usar em sua propriedade, bem como formação de flores e sementes para uso, deve se atentar à época de podas para não atrapalhar a época de floração, que para a *Gliricídia* é no inverno na Região Sudeste.



FIGURA 6. **A** - *Gliricídias* sem poda da copa; **B**- Mesmas plantas com poda da copa.
Fonte: Do autor, 2020.

Após essa poda deve-se ir retirando os brotos indesejáveis, escolhendo de 4 a 5 brotos para se desenvolverem na copa, e eliminando os brotos inferiores do caule. Após o crescimento dos brotos pode-se retirar o primeiro terço de folhas para maior entrada de luz, além de brotos secundários que se originarem desses.

Gliricídia Sepium

A *Gliricidia sepium* é uma leguminosa arbórea de porte médio, nativa no México, América central e norte da América do sul. Com crescimento rápido e enraizamento profundo favorece a espécie ser tolerável às secas. Com alta capacidade de rebrota suporta muito bem a realização de cortes periódicos. (CARVALHO FILHO, 1997). No Brasil a gliricídia já é utilizada como tutor vivo com sucesso para a produção de pimenta do reino. Segundo Menezes et al (2013) o uso dessa leguminosa é uma tecnologia de baixo custo de implantação e apropriada para a agricultura familiar. O uso dessas estacas contorna a dificuldade de obtenção dos comumente usados “estacões” diminuindo os impactos ambientais e aumentando a longevidade dos pimentais. (MENEZES, 2013).

Como essa leguminosa é uma ótima fixadora de Nitrogênio atmosférico, diminui o uso de insumos na área, com o uso da matéria vegetal de podas dos brotos, e a oferta de estacas para aumentar a área plantada. Com isso oferece vantagens como: redução do custo de implantação, aumento do teor de matéria orgânica e diversificação de microrganismos no solo, diminui a erosão no solo causada pela chuva, favorece um microclima, contribui com a ciclagem de nutrientes e com o sequestro de CO₂. (Moraes et al, 2017).

Conclusão

De acordo com a Lei Nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003, considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em

qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente.

É importante que haja inserção de tecnologias inovadoras que priorizem a conservação ambiental nos agroecossistemas, para que seja viável a sustentabilidade e um bom desenvolvimento agrícola com redução de custos.

Com isso, o uso de tutores vivos para produção de pitaias pode ser um ótimo recurso ecologicamente viável, e pela escolha da gliricídia (ou outras leguminosas lenhosas) como tutor e uma catalisadora de serviços ecossistêmicos para a área de produção.

É desejável que outros pesquisadores e produtores possam testar os diferentes possíveis tutores vivos para que possamos ter novos resultados e produtos técnicos para que esse sistema seja replicado em outros locais com técnicas e conhecimento compartilhado.

Agradecimentos

Primeiramente quero agradecer a oportunidade em participar do Evento e dessa publicação, obrigado a todos da ABraPPitaia e em especial ao Prof. Vander Rocha pelo convite.

Também o meu profundo agradecimento ao PPGAO/UFRRJ - Programa de Pós-graduação em Agricultura Orgânica - pela oportunidade em fazer parte da Turma 10 iniciada em 2020 em plena pandemia. Muito obrigado à coordenadora do Programa Dra. Anelise Dias pela confiança e ao meu orientador Dr. Luiz Aurélio Peres Martelleto por todos os ensinamentos, a todos os professores que se esforçaram para nos entregar as aulas em formato online. Ao Eng. agrônomo da UFRRJ Dr. Antônio de Amorim Brandão, responsável pelo setor do experimento e sua equipe pela ajuda no manejo, e a todos os colegas da turma que sempre estiveram unidos nesse momento tão difícil para todos.

Gratidão à minha família por toda a força em toda a minha vida, e à Mãe natureza por permitir fazer parte dela, e ser seu eterno aprendiz.

Estarei à disposição para maiores esclarecimentos que forem necessários.

Referências

ALVARADO M.D.R.M., CRUZ M. A. G., RINDERMAN R. S., Pitahaya de México Producción y comercialización em el contexto internacional. In. VALEZ, F., CALUDIO, A. **Pitayas y Pitahayas**. CIESTAAM, Universidad Autónoma, Chapingo, 175pp, 2003. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/260302950_Pitahaya_de_Mexico_Produccion_y_comercializacion_en_el_contexto_internacional Acesso em: 09 de nov. 2020.

BRASIL, IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Censo agropec., Rio de Janeiro, v. 8, p.1-105, 2019

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento, Circular técnica 64, **Cultivo orgânico de fruteiras tropicais – Manejo do solo e da cultura**. Embrapa, Cruz das almas – BA. 2003. Disponível em: <https://ciorganicos.com.br/wp-content/uploads/2013/09/CULTIVO-ORG%20NICO-DE-FRUTEIRAS-TROPICAIS-MANEJO-DO-SOLO-E-DA-CULTURA.pdf> Acesso em: 06 dez. 2020.

BRASIL, Ministério de agricultura, pecuária e abastecimento, **Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/legislacao/portugues/lei-no-10-831-de-23-de-dezembro-de-2003.pdf/view>, Acesso em: 13 out. 2020.

CARVALHO FILHO, O.M. de, DRUMOND M.A., LANGUIDEY, P.H. *Gliricidia Sepium – leguminosa promissora para regiões semi-áridas*. Petrolina – PE. EMBRAPA –CPATSA, 1997. 17 p.il. (EMBRAPA CPATSA, Circular técnica, 35). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/131682> Acesso em: 07 dez. 2020.

CORTE, IVANILDO DE SOUZA, **Crescimento de espécies de Pitaieiras nas condições edafoclimáticas do semiárido brasileiro**. 2019, 38f:il - Dissertação de mestrado em Agricultura Orgânica, Seropédica – RJ 2019. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=8485489 Acesso em: 20 de ago. de 2021

DIOS, H.C.D., MARTINEZ, R.C., CANCHÉ, H.J.C., **Caracterización de la Producción de Pitahaya (*Hylocereus* spp.) em la zona Maya de Quintana Roo, México**. Agroecología 9(1y2): 123-132, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/303616658_CHARACTERIZACION_DE_LA_PRODUCION_DE_PITAHAYA_HYLOCEREUS_SPP_EN_LA_ZONA_MAYA_DE_QUINTANA_ROO_MEXICO_CHARACTERIZATION_OF_PRODUCTION_PITAHAYA_Hylocereus_spp_IN_THE_MAYAN_ZONE_OF_QUINTANA_ROO_MEXICO , Acesso em: 24 de Nov. 2020.

MENEZES A.J.E.A. de, HOMMA, A.K.O., ISHIZUKA, Y., KODAMA, N.R., KODAMA, E.E. **Gliricidia como tutor vivo para pimenteira-do-reino**. Embrapa Amazonia Oriental, 31p. Belem-PA, 2013. Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/979493/1/DOC393.pdf> Acesso em: 07 dez. 2020.

MORAES, A.J.G de, SILVA, E.S.A, ALMEIDA, E.N. de, MENEZES, A.J.E.A, Avaliação dos impactos econômico, social e ambiental do cultivo da pimenteira do reino com tutor vivo de gliricídia no estado do Pará. 2018, Beazilian Journal of Development, 4. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/325933744_Avaliacao_dos_impactos_economico_social_e_ambiental_do_cultivo_da_pimenteira-do-reino_com_tutor_vivo_de_gliricidia_no_estado_do_Para Acesso em 10 de agosto de 2021.

POLLNOW, G. E. Pitaia, da propagação a colheita: uma revisão. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.31, n.3, p.73-78, set./dez. 2018. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/RAC/article/view/239> Acesso em: 14 de out. 2020.

VENTORIM, JANICE ANDREON – **Crescimento da Pitaia vermelha de polpa branca (*Hylocereus undatus*) sob diferentes condições de insolação e consórcio com a bananeira em Sistema orgânico de produção.** 2019, 46f:il Seropédica – RJ. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=8485585 Acesso em 21 de ago. de 2021



Sistema de produção sustentável de pitaia em Santa Catarina

Ricardo Sant'Anna Martins*¹;

Resumo

A adoção do sistema de produção sustentável de pitaia tem como objetivo diversificar o agroecossistema e melhorar os atributos físicos, químicos e biológicos do solo. Práticas como adubação orgânica, controle biológico, uso de quebra ventos e plantas de cobertura vêm sendo amplamente utilizadas em pomares comerciais catarinenses visando propiciar equilíbrio e resiliência ao agroecossistema.

Palavras-chave: Sustentabilidade, Agroecologia, Conservação solo

Panorama do cultivo da pitaia em Santa Catarina

O cultivo de pitaia em Santa Catarina iniciou em 2010, na região sul do estado, com objetivo de ser uma alternativa ao cultivo do tabaco (*Nicotiana tabacum*) e diversificação da pequena propriedade rural. A mão de obra é predominantemente familiar e a produção, na sua maioria, é comercializada através de cooperativas da região.

De acordo com dados levantados pelas cooperativas e Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/Epagri, na safra 2020/21 foram comercializadas mais de 1.000 toneladas de frutas sendo distribuídas em todo o país, principalmente em canais de distribuição como Ceasa/SC e Ceagesp/SP.

¹Extensionista Rural, Gerência Regional de Criciúma/SC, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri/SC

Planejamento para a produção sustentável de pitaia com base no sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH)

O Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH), a partir de uma trajetória histórica de mais de 20 anos de construção, se apresenta como uma proposta técnica e sobretudo político-pedagógica de transição orgânica e agroecológica para agregar toda agricultura familiar/camponesa, capaz de responder ao desafio de produzir alimentos de verdade e em quantidade para atender a demanda nacional, com elevada produtividade das lavouras e criações associado ao baixo custo econômico e ambiental (Fayad *et al.*, 2019).

A construção deste método iniciou-se com hortaliças, mas se aplica a todas as culturas na produção de alimentos como grãos e frutíferas (Marchesi *et al.*, 2020). De forma prática, o SPDH almeja diminuir a dependência de insumos externos e promover a transição para a agricultura orgânica através da promoção de conforto e saúde às plantas cultivadas.

É um modo de transição, pois se baseia na construção coletiva do conhecimento entre os atores envolvidos, ou seja, agricultores, técnicos, pesquisadores, acadêmicos, inspirada por suas vivências e experiências, fundamentada por aspectos teóricos da fisiologia vegetal, visando a diminuição e a eliminação no uso de agrotóxicos e adubos de síntese química no sistema, com aumento de produtividade (Fayad *et al.*, 2019).

Embora o que se pretenda seja relativamente simples, alcançar estes objetivos com a tecnologia e equipamentos disponíveis exige muito conhecimento, observação e vontade de experimentar. Para auxiliar no planejamento, serão apontados procedimentos, técnicas e princípios que devem fazer parte do planejamento na implantação de sistemas sustentáveis de produção.

Eixo técnico-científico do sistema de produção sustentável da pitaia

Uso de quebra-ventos

O uso de quebra-ventos é de suma importância para a promoção de conforto às plantas. É importante que não se construam “muros vegetais”, mas que as barreiras sejam permeáveis à passagem de parte do vento para troca de gases dos pomares e manutenção do conforto térmico às plantas. Nos pomares do sul catarinense, os quebra-ventos mais utilizados são formados por capim

cameroon (*Pennisetum purpureum*) devido, principalmente, ao seu rápido estabelecimento. Entretanto, outras espécies, caracterizadas como “funcionais” já estão sendo utilizadas na região.

Alguns exemplos são: hibisco (*Hibiscus rosa-sinensis*), pois serve de abrigos a inimigos naturais e predadores e bananeiras (*Musa* spp.) pois produzem frutos para autoabastecimento da propriedade, venda de excedente e servem de atrativo para um inseto considerado praga para a pitaia, a abelha irapuá (*Trigona spinipes*) (Drumond *et al.*, 2019). Cordões vegetais com a espécie *Moringa oleifera* também permitem incrementar a população de insetos benéficos e polinizadores no pomar.

Integração de pitaia com pecuária

A utilização de espécies animais em sistemas sustentáveis de produção tem por finalidade aumentar a complexidade do agroecossistema. Uma experiência prática no extremo sul catarinense é a utilização de bovinos em sistema de integração lavoura pecuária. A utilização de bovinos auxilia na deposição de matéria orgânica, adubação e ciclagem de nutrientes ao sistema. Além disso, há a produção de leite e proteína animal que podem ser utilizados para alimentação humana.

Uso de plantas de cobertura e adubação verde

As plantas de cobertura desempenham papel importante para a construção da fertilidade e a promoção de vida no solo. O uso desta técnica prevê o aumento da matéria orgânica do solo por meio da decomposição da palhada gerada por estas plantas. O desejável é que se produza, no mínimo, 10 t MS ha⁻¹ ano⁻¹ (Fayad *et al.*, 2019).

Recomenda-se cultivar espécies de diferentes famílias botânicas e hábitos de crescimento, que realizam a exploração de diferentes camadas do solo, que se associam a microorganismos em simbiose e que criam galerias no solo para a entrada de oxigênio e água no mesmo, como por exemplo a consorciação entre leguminosas e gramíneas.

Uso de plantas de cobertura de inverno por meio de sobressemeadura

A sobressemeadura é uma técnica advinda da pecuária e que tem apresentado excelentes resultados no incremento de cobertura vegetal do solo e adubação verde nos pomares de pitiaia durante o inverno no sul do Brasil.

A sobressemeadura consiste no estabelecimento de culturas anuais de inverno sobre a cultura já formada de espécie perene (Fernandes e Valois, 2020). Uma das principais vantagens da sobressemeadura de inverno é aumentar a produção de forragem de inverno sem degradar ou eliminar a espécie existente. Nesta técnica, geralmente a semente ocorre a lanço em toda a área do pomar, sendo a semente em seguida incorporada com o auxílio de um tronco de madeira ou roçada na cobertura pré-existente. Após completar o ciclo de desenvolvimento, geralmente na fase de grão leitoso para as gramíneas e pleno florescimento para leguminosas, o material é acamado ou roçado e disposto na superfície do solo.

O manejo de roçada nesta fase de intenso desenvolvimento da cultura, geralmente ao final do inverno, permite a deposição de matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e estímulo ao desenvolvimento da atividade microbiológica do solo, fatores essenciais para a construção da fertilidade. Além disso, o manejo de roçada nessa fase também propicia o rápido rebrote e estabelecimento da cobertura permanente de verão, principalmente nas estações mais quentes do sul e sudeste do Brasil.

Em um pomar comercial, localizado no município de Forquilha/SC, estimou-se a produção de 45 toneladas de matéria verde por hectare de plantas de cobertura de inverno, composto por um coquetel de espécies como aveia-preta, aveia-branca, centeio, nabo forrageiro e nabo pivotante, conforme ilustrado na Figura 1.



FIGURA 1. Coquetel de plantas de cobertura de inverno.

Fonte: Do autor, 2020.

Como já salientado, o solo deve ser mantido permanentemente com cobertura vegetal viva, evoluindo do uso de espécies anuais para plantas espontâneas ou espécies perenes, controlando seu crescimento com roçadas.

É importante que se pense em sistema, e não somente na espécie que é cultivada comercialmente. Ou seja, pensar nas possíveis espécies para adubação verde que estaremos utilizando e as intervenções técnicas que devemos efetuar para que ela se desenvolva satisfatoriamente, na biota do solo, nas espécies utilizadas com quebra-ventos, nas mudas que darão origem ao pomar, dentre outros. A ideia é deixar o ambiente de cultivo o mais complexo possível, para que o mesmo chegue o mais próximo possível do equilíbrio, através da promoção de interações interespecíficas e intraespecíficas.

Uso do amendoim forrageiro como cobertura de solo

O *Arachis pintoi*, leguminosa perene de estação quente, conhecido popularmente como amendoim forrageiro ou grama amendoim (Figura 2) vem se destacando na cobertura de solo de pomares de pitaiá no sul catarinense devido ao porte rasteiro, rápida cobertura do solo, fixação de nitrogênio atmosférico na ordem de 80 kg N/ha a 300 kg de N/ha (Assis *et al.*, 2015) e adaptação ao microclima do pomar.



FIGURA 2. Cobertura de solo com amendoim forrageiro - *Arachis pintoi*.

Fonte: Do autor, 2019.

A utilização do amendoim como cobertura de solo tem apresentado papel importante para a proteção e melhoria da qualidade física, química e biológica do solo. A cobertura com amendoim controla a erosão, melhora a estrutura do solo, protegendo-o da compactação, mantém o solo mais úmido, auxilia na movimentação e ciclagem de nutrientes, incrementa o teor de matéria orgânica, incorpora nitrogênio ao solo, evita que o solo alcance altas temperaturas em dias quentes e serve de alimento e abrigo para inimigos naturais de pragas (Lima *et al.*, 2014).



FIGURA 3. Amendoim forrageiro implantado simultaneamente com a pitiaia.

Fonte: Do autor, 2020.

A adoção desde a implantação no pomar de plantas de cobertura, cordões vegetais, quebra-ventos funcionais e a manutenção das áreas de preservação permanente da propriedade rural visa consolidar o sistema de produção sustentável de pitiaia (Figura 4).



FIGURA 4. Bases para o equilíbrio ecológico na produção sustentável de pitaia
Fonte: Do autor, 2020.

Referências

ASSIS, G. M. L.; KRZYZANOWSKI, F. C.; SILVA, D. A.; AZEVEDO, H. N. **Superação de Dormência em Sementes de Amendoim Forrageiro cv. BRS Mandobi**. Disponível em <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/138837/1/25922.pdf>>. Acessado em: 30/10/2020.

DRUMOND, P. M.; RIBEIRO, M. de F.; KIILL, L. H. P.; SANTOS, R. S. **Aprendendo a conviver com as abelhas-arapuás em sistemas agrícolas**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1113555/aprendendo-a-conviver-com-as-abelhas-arapuás-em-sistemas-agricolas>>. Acessado em 04/11/2020.

FAYAD, J. A.; ARL, V.; COMIN, J.; MAFRA, A.; MARCHESI, D. R. **Sistema de Plantio Direto de Hortaliças: Método de transição para um novo modo de produção**. Epagri: Florianópolis: Editora Expressão Popular, 2019. 522 p.

FERNANDES, C. O. M.; VALOIS, C. M. **Melhoramento de pastagens - Sobressemeadura de pastagens de inverno**. Disponível em <<https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/solucoes/publicacoes/publicacoes-livres>>. Acessado em: 30/10/2020

LIMA FILHO, O. F. de; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 512p.

MARCHESI, D. R.; WUERGES, E. W.; FAYAD, J. A.; CHRISTOFFOLI, P. I.; ARL, V.; FAYAD, Yasser J. **Como produzir comida de verdade e em escala para disputar com o capitalismo**. 2020. Brasil de Fato: uma visão popular do Brasil e do mundo. Disponível em: <<https://www.brasildefato.com.br/2020/05/06/artigo-como-produzir-comida-de-verdade-e-em-escala-para-disputar-com-o-capitalismo>>. Acessado em: 23/10/2020.

VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. da C.; SALES, M. F. L. **Amendoim forrageiro cv. Belmonte: leguminosa para a diversificação das pastagens e conservação do solo no Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2001. 18 p.



Fertirrigação na cultura da Pitaia

Eduardo César Medeiros Saldanha¹; Deyvielen Maria Ramos Alves²; Elison Gonçalves da Mota ³;

Resumo

O cultivo da pitaia tem aumentado no Brasil, e, com isso, a busca por informações relacionadas a nutrição e irrigação tem aumentado por parte dos produtores, que visam diversificar a sua área de produção, incrementar a sua renda, ou investir em novos empreendimentos, isso porque o cultivo das espécies de pitaia tem proporcionado um bom retorno do capital investido em curto prazo. Informações relacionadas ao manejo dos pomares, principalmente com relação à adubação são importantes para a nutrição das plantas, visando alcançar altas produtividades e qualidade dos frutos que atenda às exigências dos consumidores de pitaia.

Palavras-chave: Pegada hídrica. Curva de resposta. *Dragon fruit*.

A cultura da pitaia

A pitaia (*Selenicereus* spp.) é uma espécie pertencente à família Cactaceae considerada perene, epífita, com origem provável nas Américas do Norte, Central e do Sul (LE BELLEC et al., 2006; DONADIO, 2009). Apresenta-se como espécie de cultivo potencial e nos últimos anos crescente no mercado brasileiro e exterior (ALMEIDA et al., 2016). Uma planta extremamente adaptada a diferentes condições climáticas (MIZHARI, 2014; SILVA, 2014).

¹ Especialista Agrônomo Sênior do departamento técnico da Yara Brasil Fertilizantes

² Estudante de Agronomia, Universidade Federal do Oeste do Pará.

³ Fertilizantes Tocantins / Eurochem

Entretanto é uma espécie oriunda de regiões sombreadas, sendo sensível a excesso de incidência de radiação solar por longos períodos (ANDRADE et al., 2006; ORTIZ-HERNÁNDEZ e CARRILLO-SALAZAR, 2012).

É uma frutífera que apresenta seu cultivo para os mais diversos fins, desde comercial à composição de coleções e está presente em todas as regiões brasileiras (ALVES e SALDANHA, 2021). Apesar disso o quantitativo de trabalhos científicos das espécies desta cultura no país ainda é um fator limitante para conhecer o crescimento vegetativo, desenvolvimento e outros assuntos agronômicos que permeiam essa planta no Brasil (NUNES et al., 2014; ALMEIDA et al., 2016) muitos produtores, técnicos comerciais e pesquisadores, baseiam-se em literatura de outros países com produção de pitaia, como Vietnã e Israel.

A família das Cactaceae, família a qual a pitaia pertence, são caracterizadas fisiologicamente por seu metabolismo do tipo o metabolismo ácido das crassuláceas (MAC ou CAM) que apresenta um mecanismo de concentração de dióxido de carbono (CO₂) com grande eficiência no uso da água, fato que também está atribuído a abertura estomática realizada no período de ausência de luz (noturno), com temperaturas do ar mais amenas e mantêm-se fechado durante o dia onde há incidência luminosa geralmente associadas a temperaturas do ar mais elevadas que a noite, o que reduz a perda de água na abertura estomática (TAIZ et al., 2017) em situações extremas de ausência de água não há abertura de estômatos a noite e a planta faz uso de CO₂ oriundo da respiração das mitocôndrias (ORTIZ-HERNANDEZ et al., 1999).

Por conta disso é uma cultura considerada com grande eficiência do uso da água, além de ser uma planta CAM, possui seu sistema radicular nas primeiras camadas do solo (0-40cm) e poucas são as raízes que chegam além de 25cm considerando a base do caule da planta, conseqüentemente a necessidade de água de irrigação se dá em menor quantitativo, visto que um grande quantitativo de água seria perdido para camadas abaixo das raízes (MIZRAHI et al., 2007; MIZRAHI, 2014).

Em um experimento conduzido em ambiente controlado (casa de vegetação) na cidade de Fortaleza no estado do Ceará (Brasil), foi observado a marcha de absorção da espécie *Selenicereus undatus* (Haw.) Britton & Rose, pitaia de polpa vermelha, em solo Argilossolo Vermelho-Amarelo, com irrigação diária em períodos de maior temperatura do ar, onde foram ofertados 500ml por vaso de planta e em período de temperaturas mais baixas foram disponibilizados 300ml para as plantas, os resultados encontrados após seis meses do cultivo, foram de uma marcha de absorção de nutrientes nessa espécie de potássio (K) > nitrogênio (N) ≥ cálcio (Ca) > magnésio (Mg) > fósforo (P) > enxofre

(S) e em micronutrientes, observaram: ferro (Fe) > manganês (Mn) > zinco (Zn) > boro (B) > cobre (Cu) (DIÓGENES, 2017).

Para estas mesmas condições edáficas e climáticas, para a mesma espécie, Lima et al (2019) observaram demanda de zinco maior entre 300 e 360 dias (aproximadamente doze meses de cultivo) de pitaia de polpa vermelha, e os micronutrientes cobre e ferro apresentaram-se constantes no decorrer do ciclo da cultura, durante o mesmo período e os frutos apresentaram exportação de micronutrientes de K>N>P>Mg>Ca>S e elementos benéficos e micronutrientes de Na>Zn>B>Fe>Mn>Cu.

Nas três espécies estudadas foram observadas relações inversamente proporcionais entre a massa fresca e a irrigação, ou seja, a medida que eram reduzidas a quantidade de irrigação as plantas apresentaram menores massas frescas, sendo os maiores valores para esta variável observado na espécie *Selenicereus megalanthus* e os maiores na espécie *Hylocereus polyrhizus* (MIZHARI et al., 2007).

Durante a fenologia da reprodução da planta, há o surgimento do botão floral, que se alonga e desprende-se das sépalas, a flor se abre e ocorre a polinização, o fruto inicia seu crescimento, posterior a isso seu processo de amadurecimento, após maduros são colhidos (MARQUES et al., 2011). Compreender a necessidade das plantas de pitaia quanto aos nutrientes e quantidades de água requeridas nos diferentes estádios em seu ciclo produtivo irão permitir a aplicação de nutrientes via solo, via foliar (LIMA et al., 2019) ou por fertirrigação de uma maneira mais eficiente, garantindo a sustentabilidade nos cultivos.

Em uma pesquisa realizada em Israel, onde foram ofertadas diferentes quantitativos de água na irrigação, os pesquisadores observaram que a espécie *Selenicereus megalanthus* em relação a quantidade de botões florais, quando submetida em quantidade reduzidas de água na irrigação emitia maiores quantidades de botões florais, quando comparada as duas espécies do gênero *Selenicereus* spp., apesar disso as plantas dessa espécie não resultaram nos maiores rendimentos (MIZHARI et al., 2007).

A produtividade de pitaia amarela (*Selenicereus megalanthus*) está correlacionada negativamente com a oferta hídrica pluvial, ou seja, quanto maior a quantidade ofertada para a espécie mais baixa é sua produtividade, este fato se dá pela quantidade de água requerida pela planta, por ser uma espécie cactácea que apresenta necessidade hídrica diferentes de outras plantas com metabolismos diferentes (BAUTISTA et al., 2014), como descrito em parágrafos anteriores.

A pegada hídrica “azul” da pitaia amarela foi estimada por Baustista et al. (2014) como zero, ou seja, ao calcular a necessidade hídrica da planta para as condições de 1294,2 milímetros por ano

em Palestina (Huila) não havia a necessidade de ser irrigada a cultura, visto o posicionamento anteriormente falado neste artigo, em que, quantidades exageradas ou superiores a necessárias pela cultura acabam acarretando em uma redução de produtividade, logo a cultura possui uma pegada hídrica positiva em seu cultivo, por essa pouca necessidade ou necessidade nula de oferta hídrica quando se tem quantidades suficientes de chuva. Apesar disso, a capacidade de produção de um sistema agrícola sem água de irrigação é instável (MIZHARI et al., 2007).

Sobre os fertilizantes utilizados em fertirrigação que devem ser aplicados na água de irrigação deve ser feita após avaliação das características e benefícios dos produtos, para que sua utilização seja adequada ao sistema de irrigação, às exigências das plantas e ao solo. As fontes de fertilizantes empregadas devem apresentar alta solubilidade para que a concentração final do nutriente na solução seja de fato, a calculada, como também para não causar entupimentos dos emissores, principalmente dos gotejadores.

Os fertilizantes nitrogenados são os mais solúveis, notadamente aqueles na forma de nitrato. Apresentam-se em quatro formas químicas: nítrica (NO_3^-), amoniacal (NH_4^+), nítrica amoniacal ($\text{NO}_3^- \text{NH}_4^+$) e amídica ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$). São solúveis em água e adequados à fertirrigação, inclusive em sistemas de gotejamento.

As fontes potássicas sólidas são bastante utilizadas via água de irrigação, principalmente o cloreto e o nitrato, pois apresentam maior solubilidade. A aplicação de cloreto de potássio requer cuidados, principalmente em sistemas de irrigação por gotejamento. O cloreto de potássio vermelho, contém o elemento ferro, como pigmento, assim, há o risco de formação de precipitados, com a conseqüente formação de crostas nas paredes interna da tubulação de irrigação, podendo provocar obstruções nos emissores. Assim, em caso de utilização do cloreto de potássio, recomenda-se a sua versão branca, que não contém ferro em sua composição.

Referências

ALVES, D. M. R.; SALDANHA Avaliação da prática de adubação e manejo do solo na cultura da pitaia com o uso de questionário. **Anais** do I Workshop de Cadeias de Produção Agroflorestais Prioritárias da Amazônia, Porto Velho: Núcleo Regional Noroeste, da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2021.

DIÓGENES, M. F. S. Curva de crescimento e marcha de absorção de nutrientes da pitaia (*Hylocereus undatus*). **Trabalho de Conclusão de Curso** (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2017.

DONADIO, L. C. Pitaya. *Revista Brasileira de fruticultura*, 31. 2009.

HERNÁNDEZ, Y. D. O., SALAZAR, J. A. C. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a short review. **Comunicata Scientiae**, v.3, n.4, p. 220-237. 2012.

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

LIMA, D. D. C., MENDES, N. V. B., CORRÊA, M. C. D. M., TANIGUCHI, C. A. K., QUEIROZ, R. F., & NATALE, W. Growth and nutrient accumulation in the aerial part of red Pitaya (*Hylocereus* sp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.41. 2019.

MIZRAHI, Y., RAVEH, E., YOSSOV, E., NERD, A., & BEN-ASHER, J. New fruit crops with high water use efficiency. *Creating Markets for Economic Development of New Crops and New Uses*, **ASHS Press**, Alexandria, VA, USA, 216-222. 2007.

MIZRAHI, Yosef. Vine-cacti pitayas: the new crops of the world. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.36, p.124-138. 2014.

MARQUES, V.B. et al. Fenologia reprodutiva de pitaia vermelha no município de Lavras, MG. **Ciência Rural**, v.41, n.6, p.984-987, 2011. doi: 10.1590/S0103-84782011005000071.

NUNES, E. N., DE SOUSA, A. S. B., DE LUCENA, C. M., SILVA, S. D. M., DE LUCENA, R. F. P., ALVES, C. A. B., ALVES, R. E. Pitaia (*Hylocereus* sp.): Uma revisão para o Brasil. **Gaia Scientia**, v.8, n.1, p. 90-98. 2014.

ORTIZ-HERNANDEZ, Y. D.; CARRILO - SALAZAR, J. A. – Pitaia (*Hylocereus* spp.: uma revisão) - **Comunicata Scientiae**, v3, n.4, p.220. 2012.

SPADA, G.; UESUGI, G.; SILVA, R. B.; DA SILVA, M. R. Qualidade de mudas de Pau-d’alho sob diferentes doses e frequências de aplicação de nutrientes. In **Colloquium Agrariae**. ISSN: 1809-8215, v. 15, n. 2, p. 121-132, 2019.

SILVA, A.C.C. Pitaia: melhoramento e produção de mudas. 2014. 132f. Tese (**Doutorado em Agronomia**) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2014.

TAIZ, L., ZEIGER, E., MØLLER, I. M., MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. **Artmed Editora**. 2017.



Utilização de micronutrientes em pitaia

Eduardo Bucsan Emrich*¹; Lavínia Aris de Souza Costa*²

Resumo

As principais pitais produzidas são das espécies *Selenicereus undatus*, *Hylocereus polyrhizus* e *Selenicereus megalanthus*. Estas espécies apresentam diferenças morfológicas importantes e deve-se atentar para a nutrição mineral destas plantas, atendendo às demandas de nutrientes. É considerado essencial todos os elementos que fazem parte da molécula de um constituinte essencial à planta. Os macros e micronutrientes são exigidos em demandas diferentes pelas plantas. Apesar de exigidos em pequenas quantidades, os micronutrientes devem estar presentes na adubação das lavouras e podem ser fornecidos por meio de diversas estratégias, seja via raiz ou via foliar. A ausência, deficiência ou demasia de algum destes nutrientes criará um desequilíbrio nutricional na planta. Entretanto, a absorção de nutrientes é dependente de diversos fatores, dentre eles a morfologia e as atividades fisiológicas da planta, o estágio de desenvolvimento do vegetal, as condições climáticas e as características do meio de cultivo. As pitaias são cactáceas e têm como característica comum baixas taxas de transpiração, pois apresentam o metabolismo ácido das crassuláceas, representado pela sigla CAM. A acumulação de micronutrientes está diretamente relacionada ao período fisiológico da planta. Plantas de pitaia de polpa vermelha com menos de 60 dias de plantio apresentam baixa acumulação. Entretanto, para estudo realizado com pitaia de polpa branca observou-se diferença significativa com o uso de fertilizante foliar de micronutrientes em avaliação realizada com 40 dias após o plantio.

Palavras-chave: Elementos químicos; Nutrição mineral; Equilíbrio nutricional

¹ Professor EBTT, Instituto Federal do Triângulo Mineiro Campus Uberaba;

² Estudante de Engenharia Agrônoma Instituto Federal do Triângulo Mineiro Campus Uberaba.

Fornecimento de nutrientes e fatores que interferem na nutrição de plantas de pitaia

As pitaias são plantas que produzem frutos suculentos, cultivadas para produções comerciais e distribuídas em várias regiões do mundo. As principais espécies plantadas são *Selenicereus undatus*, *Hylocereus polyrhizus* e *Selenicereus megalanthus*. Existem diversas outras espécies com potencial de mercado e que produzem frutos saborosos. Entretanto, é justamente essa variabilidade que dificulta o estabelecimento de programas de adubação que atendam às necessidades da cultura.

Para que isso seja realizado, precisa-se conhecer, não só as necessidades nutricionais dos vegetais, em seus diferentes estágios de desenvolvimento, mas, também, como as plantas interagem com o meio no qual estão inseridas. Por exemplo, condições edafoclimáticas adversas, ataques de pragas e doenças, podem influenciar, diretamente, no desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, na produtividade e qualidade dos frutos.

Este entendimento baseia-se em alguns conceitos básicos que devem ser solidificados. O primeiro deles é sobre a essencialidade dos nutrientes nos vegetais. Este é um conceito antigo. Arnon & Stout (1939) relataram que, para que um elemento seja classificado como essencial, deve satisfazer três critérios básicos. O primeiro, diz que, na ausência deste elemento a planta não completaria seu ciclo. O segundo critério se baseia no fato de que a deficiência do elemento é específica, podendo ser prevenida ou corrigida apenas com o seu fornecimento. Para atender ao terceiro critério, o elemento deve estar envolvido na nutrição da planta por ação direta. Epstein (1975), simplificou estes conceitos, unindo estes critérios em apenas um. Desta maneira, é essencial um elemento que faz parte da molécula de um constituinte essencial à planta.

Diversos elementos são considerados essenciais ao desenvolvimento de um vegetal. Entretanto, não basta conhecê-los, é importante que estes sejam fornecidos em quantidades adequadas. Para isso, criou-se uma separação didática entre os elementos essenciais, onde eles são classificados em macro e micronutrientes. Os macronutrientes são aqueles exigidos em grandes quantidades e os micronutrientes são os que as plantas precisam em pequenas quantidades.

Estes macro e micronutrientes apresentam-se sob demandas diferentes para as diversas espécies cultivadas. Fornecê-los de corretamente fará com que as plantas se desenvolvam de maneira adequada, sejam produtivas e que seus frutos tenham qualidade. Não é incomum que os micronutrientes sejam pouco valorizados neste fornecimento, visto que são necessários em quantidades muito inferiores aos macronutrientes.

Os micronutrientes; boro (B), ferro (Fe), zinco (Zn), níquel (Ni), cobre (Cu), manganês (Mn), molibdênio (Mo) e cloro (Cl) devem estar presentes na adubação das lavouras e podem ser fornecidos por meio de diversas estratégias, seja via raiz ou via foliar. A ausência, deficiência ou demasia de algum destes nutrientes criará um desequilíbrio nutricional na planta.

Desta maneira, precisamos compreender todos os fatores que podem influenciar na demanda de cada um destes nutrientes. Notadamente, os mais importantes estão relacionados à morfologia e às atividades fisiológicas da planta, ao estágio de desenvolvimento do vegetal, às condições climáticas e às características do meio de cultivo.

As espécies de pitaias cultivadas pertencem à família Cactaceae e têm como característica comum baixas taxas de transpiração, por apresentarem o metabolismo ácido das crassuláceas, representado pela sigla CAM. Se assemelham às plantas C4, possuindo as enzimas de carboxilação, PEPCase e a Rubisco. Em plantas com metabolismo CAM, os estômatos ficam fechados durante o dia, evitando a perda de água, e se abrem durante a noite, o que permite a entrada de CO₂. Essa é uma ótima adaptação à seca, apesar de não permitir que sejam acumulados grandes montantes de matéria seca (OSMOND & HOLTUM, 1981). Este metabolismo é apresentado na Figura 1.

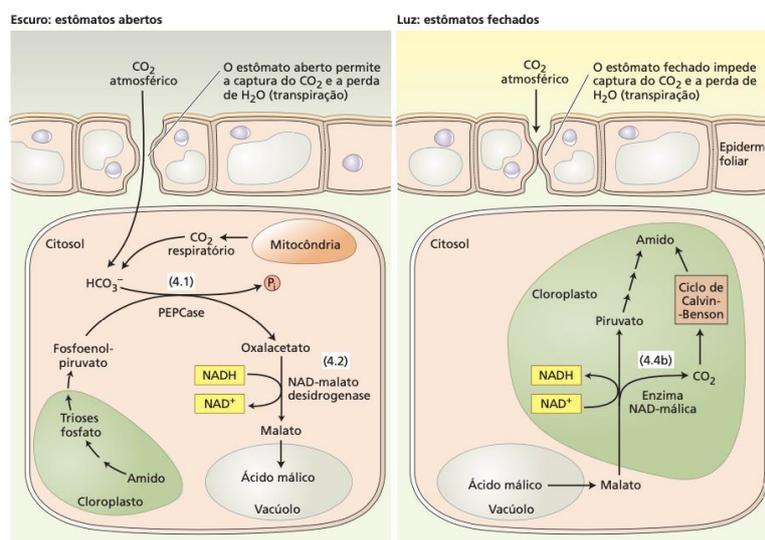


FIGURA 1. Representação do metabolismo ácido das crassuláceas (CAM) que demonstra a abertura e fechamento dos estômatos no escuro e em exposição à luz.
 Fonte: (TAIZ et al., 2017).

Outros aspectos de importante compreensão para que ocorra a nutrição adequada das pitaias, são as características morfológicas de cada espécie/variedade e o estágio de desenvolvimento das

plantas. Apesar de tratarmos a pitaia como sendo uma cultura única, as variações na morfologia das espécies não se restringem unicamente à coloração, formato ou tamanho dos frutos. A velocidade de desenvolvimento dos cladódios e acumulação de nutrientes, por exemplo, é diferente. Desta maneira, é importante que, na elaboração do programa de adubação de uma determinada área, essa informação seja levada em consideração.

Mesmo dentro de uma mesma espécie/variedade, o estágio de desenvolvimento das plantas deve ser considerado. Mudanças recém-plantadas apresentam uma demanda limitada de absorção e translocação de nutrientes, não só porque apresentam poucas raízes, mas, também, porque apresentam reduzido acúmulo de fotoassimilados. Portanto, o fornecimento de nutrientes deve, além de conter todos os macros e micronutrientes, ser quantitativamente equilibrado para o estágio de desenvolvimento das plantas em campo.

O fornecimento de nutrientes à cultura, em especial os micronutrientes, deve ser orientado, também, pela variação climática e os estímulos que este fator ambiental exerce sobre o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo das plantas. Nas épocas mais frias do ano, por exemplo, os tecidos vegetais têm seu alongamento limitado. Já nas épocas mais quentes, além do desenvolvimento vegetativo, a produção de flores e frutos exigem maior oferta dos elementos essenciais. Portanto, um programa de adubação equilibrada deve contemplar as variações de temperatura, luminosidade e pluviometria durante o ano.

A diversidade de atributos do meio de cultivo também é de grande importância para a produção adequada e de qualidade de frutos de pitaia. Solos com maior teor de argila tendem a apresentar maior capacidade de troca catiônica (CTC), todavia, apresentam maior resistência à penetração das raízes e à drenagem adequada. Em contrapartida, solos com textura arenosa tendem a serem menos férteis e a apresentarem menores teores de matéria orgânica. Portanto, conhecer as características de um solo é fundamental para que se possa elaborar um plano de adubação equilibrado.

Micronutrientes e o desenvolvimento de plantas de pitaia

Conforme apresentado no item anterior, o fornecimento adequado dos micronutrientes é fundamental para o correto desenvolvimento da pitaia, assim como dos macronutrientes. Entretanto, por estes serem requeridos pequenas quantidades, muitas vezes são subvalorizados ou fornecidos em quantidades insuficientes.

Para que os micronutrientes sejam fornecidos, pode-se utilizar a adubação via solo, em forma sólida ou solúvel via fertirrigação, ou, ainda, via foliar. Portanto, a escolha do fertilizante, sua solubilidade e forma de ação devem estar associados aos métodos de aplicação. É fundamental, também, que a dose a ser aplicada de cada um deles seja orientada pela disponibilidade, capacidade de absorção pela planta e capacidade de acumulação do elemento no tecido vegetal.

Lima et al. (2019) avaliaram o crescimento e acúmulo de nutrientes na parte aérea da pitaiá vermelha. Os autores relataram que até os 60 dias após o plantio (DAP) as plantas apresentaram taxa de crescimento médio de 0,36 cm planta⁻¹. De 61 a 240 DAP a taxa de crescimento média passou para 1,91 cm planta⁻¹. Essa alteração pode ser explicada pelo fato de que, nos 60 primeiros dias de formação das mudas, os cladódios ainda estão em período de adaptação e apresentam poucas raízes funcionais. Isso reduz a absorção de nutrientes via solo e, também, a taxa fotossintética.

De Castro Lima et al. (2021), estudando o crescimento inicial e acúmulo de nutrientes em plantas de pitaiás, da espécie *Hylocereus setaceus*, em diferentes períodos fenológicos, demonstraram que a absorção de micronutrientes varia de acordo com o estágio de desenvolvimento das mudas, desde o período inicial de formação das mudas até 360 DAP, conforme apresentado na Figura 2.

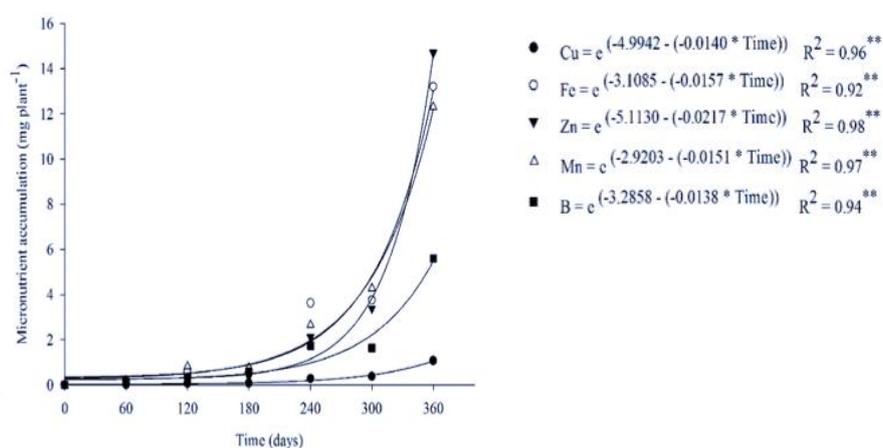


FIGURA 2. Acumulação de micronutrientes em cladódios de *Hylocereus setaceus* em diferentes períodos fenológicos.

Fonte: (LIMA et al., 2021).

Pela imagem pode-se concluir que, o acúmulo de micronutrientes nos cladódios foi relativamente reduzido no período de 0 a 180 DAP. Após este período, o estudo demonstrou diferenças para acumulação dos elementos. O Cu, por exemplo, se manteve entre 0 e 2 mg planta⁻¹ durante este período. Já o B atingiu valor próximo a 6 mg planta⁻¹ ao final do estudo. Os outros micronutrientes estudados (Fe, Zn e Mn) foram acumulados em concentrações e velocidades

semelhantes pelas plantas. O acúmulo destes nutrientes foi ainda maior no curto período de 300 a 360 DAP. É importante ressaltar que estes últimos 60 dias ocorreram durante os meses de junho e julho, período em que os índices pluviométricos foram reduzidos.

Diversos fatores estão ligados à reação morfológica da planta no acúmulo destes nutrientes nos cladódios. De acordo com os autores e em citação de Laredo (2016), o tamanho e o número de brotações são importantes para o acúmulo, porque permitem que a planta realize mais fotossíntese e produza fotoassimilados. Desta maneira, é evidente que plantas com maior percentual de massa fresca e massa seca tendem a apresentar maior acúmulo de micronutrientes e em um curto período de tempo.

O trabalho sugere que a aplicação de micronutrientes na formação de mudas de pitaia a partir de cladódios pode ser uma importante ferramenta de manejo, sobretudo quando aplicados a partir dos 180 DAP. O acúmulo de B no tecido vegetal, que se mostrou inferior a Fe, Zn e Mn permite lançar luz sobre alguns aspectos e realizar algumas inferências. O primeiro, sobre a mobilidade dos elementos. Sendo o B imóvel no tecido vegetal, a aplicação foliar do nutriente, diretamente sobre os cladódios poderia, teoricamente, resultar em um acúmulo maior de B.

O micronutriente B nas plantas, tem funções relacionadas à força e ao desenvolvimento das paredes celulares, à divisão de células, ao desenvolvimento de frutos e sementes, ao transporte de açúcar e ao desenvolvimento de hormônios. Baixas concentrações do nutriente podem ocorrer, não só pela reduzida disponibilidade no meio de cultivo, mas também pela baixa capacidade de translocação no tecido vegetal.

Rocchini (2021) avaliando doses de fertilizante foliar contendo níquel, molibdênio e cobalto, associado ou não à utilização de ácido indol-butílico (AIB) na produção de mudas de *Selenicereus undatus*, relatou aumento significativo no número de brotações laterais, no comprimento total das plantas na massa fresca de raízes e massa fresca total com a utilização destes micronutrientes na formação das mudas com 40 DAP. Para estes parâmetros, não houve diferença significativa com ou sem o uso de AIB.

Agradecimentos

Agradecemos à Associação Brasileira dos Produtores de Pitaia (AbraPPitaia) pela parceria para a realização de projetos de pesquisa e, também, à Fapemig e ao CNPq pela concessão de bolsas de iniciação científica para execução de projetos de pesquisa. Agradecemos, ainda, ao Núcleo de Estudos em Agricultura Funcional do Instituto Federal do Triângulo Mineiro – Campus Uberaba (NEAF).

Referências

ARNON, D. I.; STOUT, P. R. The essentiality of certain elements in minute quantity for plants with special reference to copper. **Plant physiology**, v. 14, n. 2, p. 371, 1939.

EPSTEIN, E. Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas. Rio de Janeiro: **Livros Técnicos e Científicos**, 1975. 341p.

DE CASTRO LIMA, D.; MENDES, N. V. B.; DIÓGENES, M. F. S.; DE MEDEIROS COERRÊA, M. C.; NATALE, W.; TANIGUCHI, C. A. K. Initial Growth and Nutrient Accumulation in Pitaya Plants at Different Phenological Stages. **Revista Caatinga**, v. 34, n. 3, p. 720, 2021.

DE CASTRO LIMA, D.; MENDES, N. V. B.; CORRÊA, M. C. de M.; TANIGUCHI, C. A. K.; QUEIROZ, R. F.; NATALE, W. Growth and nutrient accumulation in the aerial part of red Pitaya (*Hylocereus* sp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, 2019.

OSMOND, C. B.; HOLTUM, J. A. M. Crassulacean acid metabolism. In: **Photosynthesis**. Academic Press, 1981. p. 283-328.

ROCCHINI, G. L. **Utilização de fertilizantes em micronutrientes em associação ao AIB na formação de mudas de pitais (*Hylocereus undatus*)**. 2021. 23f. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônoma) – Instituto Federal do Triângulo Mineiro – Campus Uberaba, 2021.



Principais desafios do ciclo produtivo da pitaia

Vander Rocha Lacerda*¹; Letícia Tucunduva*²; Tatiane Cristovam Ferreira³, Sebastião Almeida*⁴;

Resumo

A pitaia (*Selenicereus* spp) vem conquistando cada vez mais espaço na agricultura brasileira pelas suas características organolépticas, valor nutricional e versatilidade. A planta pode ser produzida em quase todo o território brasileiro, apresentando-se como uma grande oportunidade para o agricultor. Apesar do cenário positivo, o cultivo da pitaia ainda traz uma série de desafios. Neste contexto, este trabalho se propôs a identificar e quantificar os principais problemas do setor produtivo da pitaia. Entre agosto e setembro de 2021, foram realizadas entrevistas com pessoas envolvidas na cadeia produtiva da pitaia. A partir das respostas, foi possível identificar os principais desafios das etapas de implantação, manejo, pós-colheita e comercialização do fruto. Além disso, obteve-se um panorama do uso das redes sociais para o compartilhamento de informações sobre a pitaia, contribuindo para o avanço da cultura.

Palavras-chave: Assistência técnica. Comunicação. *Selenicereus* spp.. Pós-colheita

¹ Eng. Agrônomo, Mestre em Agronomia Horticultura, Departamento de Produção Vegetal, Universidade Estadual Paulista Campus Botucatu e Produtor rural de pitaia no norte de Minas Gerais

² Graduanda em Engenharia Agrônoma, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP.

³ Engenheira Ambiental, Mestre em agronomia e Doutoranda em Engenharia agrícola, Universidade Estadual Paulista Campus Botucatu e Pesquisadora do Laboratório de bioquímica vegetal

⁴ Presidente da AbraPPitaia (Associação Brasileira dos Produtores de Pitaia).

Introdução

A pitaia (*Selenicereus* spp.), cactácea originária das Américas, vem conquistando cada vez mais espaço na agricultura brasileira. Seja por suas características organolépticas ou pela aparência exótica, a fruta chama a atenção de consumidores e produtores rurais. Dentre suas características mais marcantes, está a riqueza nutricional, com elevados teores de fibras, vitaminas, minerais e compostos bioativos (CORDEIRO et al., 2015). A fruta também apresenta grande versatilidade, podendo ser utilizada tanto para fins culinários (geleias, sorvetes, sucos e iogurtes), quanto para a fabricação de cosméticos (COSTA, 2020).

Para o agricultor, o cultivo da pitaia pode oferecer diversas vantagens. De um lado, a fruta é pouco conhecida pelos consumidores, havendo grande oportunidade de expansão do mercado (POLLNOW, 2018). De outro, o crescente interesse da população por alimentos de alto teor nutritivo, agrega valor ao produto e eleva sua rentabilidade. Com relação ao cultivo, a pitaia apresenta grande adaptabilidade ambiental, podendo ser plantada em quase todo o Brasil. Ademais, devido a sua rusticidade e adaptação ao sombreamento, a cultura é promissora para uso em sistemas orgânicos, agroecológicos ou agroflorestais (VENTORIM, 2019).

Apesar do cenário positivo, o cultivo da pitaia ainda traz uma série de desafios a produtores e demais envolvidos em sua cadeia produtiva. Neste sentido, durante o Fórum de Discussão sobre a Cadeia Produtiva de Pitaia, realizado no II Encontro Nacional dos Produtores de Pitaia na Universidade Federal de Lavras, em 2020, a análise FOFA (SWOT) foi utilizada para identificar forças, oportunidades, fraquezas e ameaças da cultura. (PECHE, 2020)

Dentre as fraquezas, o principal fator apontado foi a escassez de informações técnicas sobre o manejo e a conservação pós-colheita da fruta. Também houve destaque para falta de planejamento da cadeia produtiva, tanto dentro, quanto fora das propriedades rurais, que propicia um aumento do risco desta atividade, como qualquer outra sem planejamento. Ademais, foram apontados como fraquezas, importantes problemas ligados a comercialização, a exemplo da ausência de padronização dos frutos, regulamentação, oferta pontual e grande variação de preços. (PECHE, 2020)

Já em relação às ameaças, o aspecto mais citado foi o “aparecimento” de novas pragas ou doenças. De acordo com Peche (2020), o crescimento das áreas produtivas, bem como a introdução ilegal de materiais no Brasil, estaria elevando este risco. Outra ameaça pontuada foi a falta de proteção do mercado nacional, que deixaria os produtores mais sujeitos à concorrência externa. Por fim, pontuou-se que a atratividade da cultura estava levando muitos produtores a ingressar no setor da

pitaia, sem condições de dar continuidade ao cultivo, ocasionando, assim, instabilidade no preço pago pela fruta.

As fraquezas e ameaças levantadas durante o Fórum foram importantes para começar a entender os gargalos da cadeia produtiva da pitaia. Entretanto, esta informação isolada apresenta limitações. Neste sentido, este trabalho se propôs a identificar e quantificar os principais desafios do setor produtivo da pitaia, através de uma pesquisa mais ampla e aprofundada sobre o tema. Desta forma, pretende-se contribuir para o avanço da cultura da pitaia no Brasil, oferecendo subsídios para a solução de problemas atuais do setor.

Metodologia

A pesquisa foi conduzida entre os meses de agosto e setembro de 2021. Para a realização das entrevistas, utilizou-se um questionário virtual, construído através da ferramenta *Google Forms*. As perguntas foram destinadas a pessoas envolvidas com a cultura da pitaia, incluindo produtores, pesquisadores, estudantes e colecionadores. O questionário foi divulgado via redes sociais.

No total foram realizadas 13 perguntas, de resposta aberta ou múltipla escolha, visando identificar: 1) perfil dos entrevistados; 2) município de residência; 3) tamanho da área plantada ou a ser implantada com a cultura; 4) número de plantas cultivadas; 5) variedades cultivadas; 6) desafios para iniciar o cultivo; 7) desafios no manejo; 8) desafios na pós-colheita dos frutos; 9) desafios na comercialização; 10) desafios na comunicação; 11) participação em grupos sobre pitaia nas redes sociais. No formulário não houve identificação dos participantes, preservando o anonimato das respostas.

Resultados

No total, foram obtidas 61 respostas. Mais da metade dos entrevistados (54,2%) afirmaram ser produtores de pitaia, enquanto outros 20,3% pretendiam iniciar o cultivo da fruta. Também responderam ao questionário estudantes (22,0%), colecionadores (13,6%) e pesquisadores (13,6%), como mostra a Figura 1.

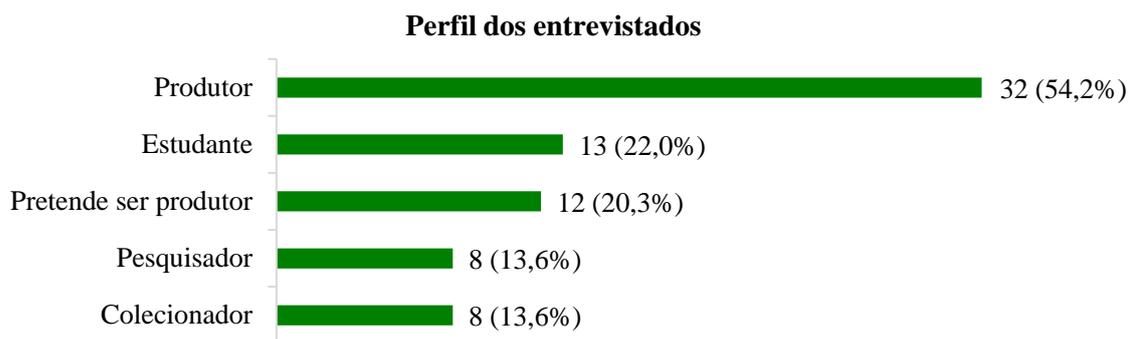


FIGURA 1. Perfil dos entrevistados em relação a cadeia produtiva da pitaia. As colunas mostram o número de entrevistados de cada categoria. Entre parêntese, está o percentual relativo ao total de participantes da pesquisa.

Fonte: Elaborado pelos autores

Acerca do município de origem dos entrevistados, foram recebidas respostas de diversos locais do Brasil (Figura 2). A grande maioria dos participantes (57,4%) residia na região Sudeste, seguida das regiões Sul (16,4%), Nordeste (14,8%), Centro-Oeste (8,2%) e Norte (1,6%). Além disso, um dos entrevistados afirmou ser do município de Lima, no Peru.

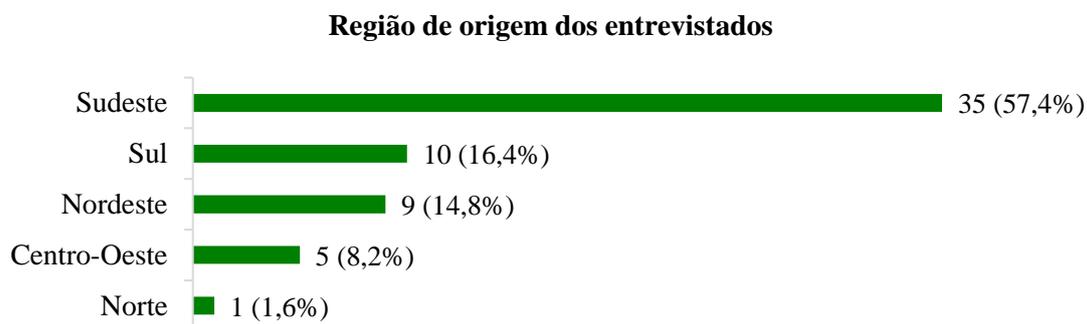


FIGURA 2. Região de origem dos entrevistados. As colunas mostram o número de entrevistados de cada região. Entre parêntese, está o percentual relativo ao total de participantes da pesquisa

Fonte: Elaborado pelos autores

Em relação ao tamanho do pomar de pitaia plantado ou a ser implantado, foram registrados valores entre 0,01 e 7 hectares (ha). Mais de 77% dos entrevistados apresentavam áreas de tamanho igual ou inferior a 1 ha, sendo a média das respostas 1,01 ha. Por sua vez, a quantidade de plantas de pitaia cultivadas ficou entre 20 e 8000. Entre os colecionadores, o número médio de plantas foi de 1860. Já entre os produtores, a média foi de 3500.

Os entrevistados relataram plantar de uma a mais de 100 variedades de pitaia. Dentre os produtores e colecionadores, todos cultivavam ao menos uma variedade de polpa vermelha, 39

possuíam variedades de polpa branca e 33 apresentavam ao menos uma variedade de casca amarela. Estes dados revelam uma alta diversificação de variedades cultivadas nas propriedades.

Quando questionados sobre os maiores desafios para o início do cultivo da pitaia, 47,5% dos entrevistados citaram o alto custo de implantação do pomar (Figura 3). Por se tratar de uma espécie semiepífita, a pitaia exige o tutoramento para o seu cultivo (QUEIROGA et al., 2021). Assim, além dos custos com mudas, correção de solo, adubação e mão de obra, comuns a outras frutíferas, o produtor de pitaia precisa arcar com a instalação de tutores de alta durabilidade. Quando se soma essa questão à falta de linhas de crédito bancário, dificuldade apontada por 22,0% dos entrevistados, o custo de implantação do pomar se torna um grande desafio àqueles que desejam ingressar no ramo ou expandir sua área produtiva.

Ainda se tratando da instalação do pomar, outros desafios citados pelos entrevistados foram a falta de assistência técnica (45,8%), a escolha das variedades (37,3%), a falta de viveiros certificados (33,9%) e a identificação das mudas (30,5%). Todos estes desafios, estão diretamente relacionados à expansão recente do cultivo de pitaia no Brasil. Muitos extensionistas, técnicos e agrônomos nunca tiveram contato com a cultura, podendo enfrentar dificuldades para orientar os produtores na implantação, manejo, pós-colheita e comercialização da fruta. Além disso, das 27 unidades federativas brasileiras, somente 16 possuem viveiros certificados para a produção de pitaia vermelha de polpa branca e apenas 15 para a pitaia amarela (BRASIL, 2022a), dificultando o acesso do produtor a mudas com garantia de sanidade e origem genética.

Por fim, 28,8% dos entrevistados relataram falta de mão de obra como um dos maiores desafios iniciais da cultura. Este problema não é exclusivo da cadeia da pitaia, também estando presente em outras atividades rurais, em especial na produção hortícola. A falta de mão-de-obra é uma questão multifatorial, mas que encontra forte ligação com o êxodo rural ocorrido entre as décadas de 1960 e 1990 (CAMARANO; ABRAMOVAY, 1999).



FIGURA 3. Desafios para iniciar o cultivo de pitaia. As colunas mostram o número de entrevistados que assinalaram cada desafio. Entre parêntese, está o percentual relativo ao total de participantes da pesquisa.

Fonte: Elaborado pelos autores

Dentre os principais desafios de manejo, o mais citado foi falta de assistência técnica (57,7%), reforçando a necessidade de treinamento e formação de profissionais para atuar no setor. Outros desafios apontados foram pragas e doenças (35,0%), condições climáticas adversas (33,3%), abortamento de botões (31,7%), adubação (31,7%) e tutoramento (1,7%), como mostra a Figura 4.

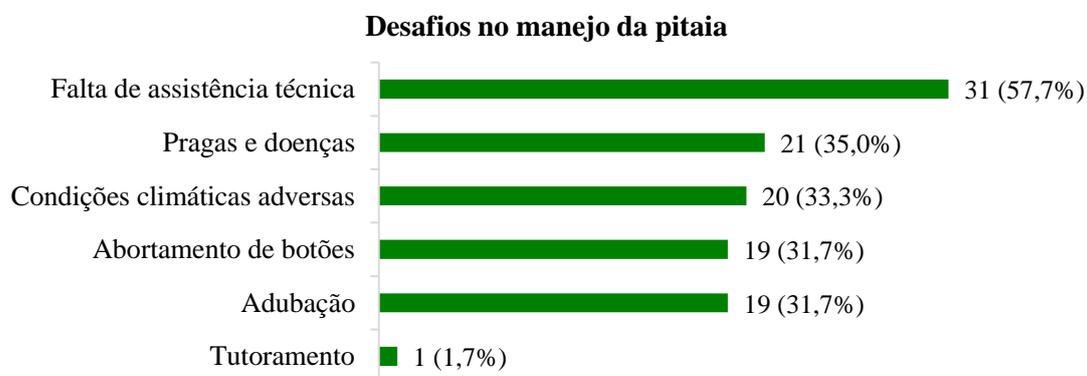


FIGURA 4. Desafios no manejo da pitaia. As colunas mostram o número de entrevistados que assinalaram cada desafio. Entre parêntese, está o percentual relativo ao total de participantes da pesquisa.

Fonte: Elaborado pelos autores

No caso das doenças, é importante pontuar que ainda não existem fungicidas, bactericidas ou nematicidas químicos registrados para a pitaia (BRASIL, 2022b), assim, tem-se indicado o controle de patógenos, através do uso de plantas de cobertura, bioestimulantes e agentes biológicos, como *Trichoderma* spp. e *Bacillus* spp. (MEDEIROS; SCHULMAN, 2020).

Já no tocante às pragas, destaca-se a abelha arapuá (*Trigona spinipes*), citada por um dos entrevistados. Este inseto, nativo do Brasil, pode ocasionar danos aos cladódios, botões florais e frutos da pitaia. Na tentativa de repelir as abelhas arapuás, alguns produtores recorrem ao uso indiscriminado de agrotóxicos, prática que, além de ilegal e causar danos ambientais, pode ocasionar prejuízos ao pomar. Atualmente, para o manejo sustentável do inseto, recomenda-se o enriquecimento da área com plantas atrativas, o fornecimento de “atrativos artificiais”, a coleta e transporte dos ninhos e o ensacamento dos frutos (DRUMOND et al., 2019).

Na pós-colheita, como o principal desafio, mais de dois terços dos entrevistados apontaram a falta de tecnologias voltadas à fruta, revelando um vácuo na pesquisa, desenvolvimento e divulgação de técnicas e produtos direcionados a esta etapa da produção (Figura 5).

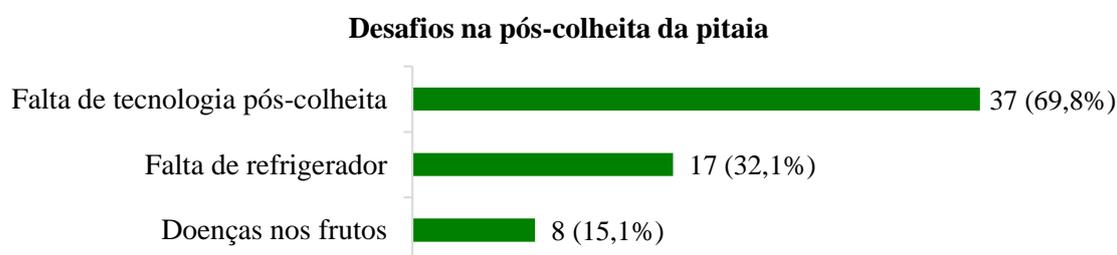


FIGURA 5. Desafios na pós-colheita da pitaia. As colunas mostram o número de entrevistados que assinalaram cada desafio. Entre parêntese, está o percentual relativo ao total de participantes da pesquisa.

Fonte: Elaborado pelos autores

Outros problemas apontados pelos entrevistados foram a falta de refrigeração (32,1%) e as doenças (15,1%). A pitaia é um fruto que, além de não climatérico, apresenta alta perecibilidade. Assim, para garantir maior vida pós-colheita e reduzir o aparecimento de podridões, recomenda-se o armazenamento em geladeiras ou câmaras frias, com temperaturas de aproximadamente 8°C (BRUNINI; CARDOSO, 2011). A manutenção da cadeia de frio, entretanto, ainda é um grande gargalo para a fruticultura Brasileira. (JESUS; RODRIGUES; MORAES, 2010).



FIGURA 6. Desafios na comercialização da pitaia. As colunas mostram o número de entrevistados que assinalaram cada desafio. Entre parêntese, está o percentual relativo ao total de participantes da pesquisa.

Fonte: Elaborado pelos autores

Em relação a comercialização, desafios relacionados ao preço pago pela fruta foram os mais citados, incluindo a oscilação de preços (45,3%) e os preços muito baixos (41,5%) em determinadas regiões (Figura 6). No início da safra, é comum que o preço pago pela fruta atinja valores elevados. Entretanto, com o avanço da colheita e o aumento da disponibilidade da pitaia no mercado local, os preços caem drasticamente, podendo ser insuficientes para cobrir os custos de produção. (JÚNIOR et al., 2019)

Um segundo desafio pontuado pelos participantes da pesquisa foi a baixa aceitação da fruta por parte dos consumidores. Na ausência de uma cadeia de frio e de técnicas de conservação adequadas, é comum que os produtores colham a pitaia antes da maturação completa. Esta prática, apesar de aumentar a vida pós-colheita, reduz as qualidades organolépticas (frutos sem sabor) e nutricionais da fruta, ocasionando em menor aceitação dos consumidores (QUEIROGA et al., 2021). Outro problema recorrente, principalmente na variedade Branca Comum, que eleva sua rejeição, é a ocorrência de um distúrbio fisiológico conhecido como centro gelatinoso, semelhante ao colapso interno da manga, com textura desagradável.

Por fim, apesar do potencial da cultura, mais de um terço dos entrevistados destacaram a falta de compradores como um dos principais desafios da comercialização. Este problema pode estar relacionado a baixa qualidade dos frutos, dependência de atravessadores, falta de planejamento da comercialização e divulgação incipiente do produto. Como possíveis caminhos de solução, pode-se destacar a melhoria na qualidade dos frutos, a venda direta ao consumidor e o investimento em estratégias de marketing.

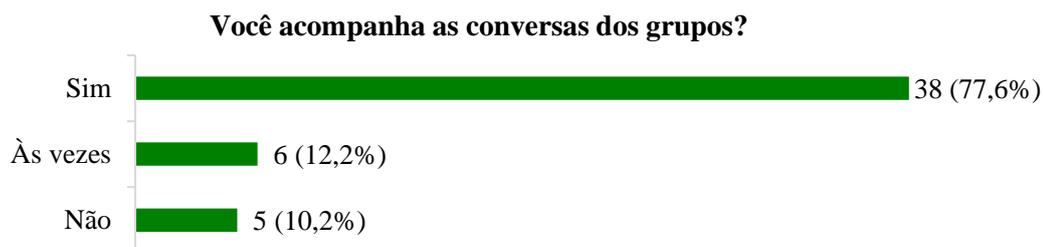


FIGURA 7. Acompanhamento das conversas em grupos sobre pitaia nas redes sociais. As colunas mostram o número de entrevistados que assinalaram cada alternativa. Entre parêntese, está o percentual relativo ao total de participantes da pesquisa que estão em grupos sobre pitaia

Fonte: Elaborado pelos autores

Em relação à comunicação, 80,3% dos entrevistados afirmaram participar de algum grupo sobre a cultura nas redes sociais. Em média, os participantes da pesquisa estavam em 3 grupos, havendo desde entrevistados que não participavam de nenhum grupo, a outros que participavam de mais de 10 grupos. Entre os entrevistados que participavam de grupos, a grande maioria (77,6%) relatou acompanhar as mensagens, outros 12,2% acompanhavam ocasionalmente, enquanto somente 10,2% não acompanhavam (Figura 7).

Já em relação a participação ativa nas conversas, o percentual foi mais semelhante entre as categorias: 38,8% dos entrevistados participam ativamente, 28,6% participam ocasionalmente e 32,7% não participam (Figura 8). Os motivos apontados para a falta de participação foram bastante diversos, alguns entrevistados citaram a falta de tempo e outros afirmaram preferir somente acompanhar as conversas. Por fim, alguns se mostraram decepcionados com as interações nos grupos: “Acho as discussões muito superficiais”; “Não me sinto seguro de passar a informação”; “Não obtenho respostas satisfatórias”.



FIGURA 8. Participação ativa nas conversas em grupos sobre pitaia nas redes sociais. As colunas mostram o número de entrevistados que assinalaram cada alternativa. Entre parêntese, está o percentual relativo ao total de participantes da pesquisa que estão em grupos sobre pitaia.

Fonte: Elaborado pelos autores

Ainda em relação às redes sociais, 42,2% dos entrevistados que participam de grupos relataram já ter passado por situações desagradáveis ou ter tido alguma decepção. Segundo alguns

entrevistados, a dificuldade na comunicação é frequente: *“Perguntei e fiquei sem resposta”*; *“Muitos se dizem detentores da verdade”*; *“Sou atacado por integrantes do grupo”*; *“Opiniões diferentes podem gerar algum desconforto”*.

Estes resultados revelam que os grupos de redes sociais ainda são um meio bastante utilizado para o compartilhamento e a busca de informações sobre a pitaia. Entretanto, estes espaços também costumam ser fonte de decepção para alguns participantes. Por fim, é importante ter bom senso, boa educação e empatia, porque os meios de comunicações atuais, como o bom uso de aplicativos de bate papo (Whatsapp, Facebook e Telegram) e produção de materiais informativos sobre a cultura da pitaia, são essenciais para o avanço da cultura da pitaia, a fim de criar fontes confiáveis de informação para os produtores e demais envolvidos na cadeia produtiva da pitaia.

Agradecimentos

A todos os produtores, colecionadores, estudantes e pesquisadores, que, de forma anônima, responderam ao questionário.

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

Referências

BRASIL. **Consulta RENASEMS**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2022a. Disponível em: https://sistemasweb.agricultura.gov.br/renasem/psq_consultarenasems.do. Acesso em: 7 mai. 2022.

BRASIL. **Consulta AgroFit**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2022b. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 7 mai. 2022.

BRUNINI, M. A.; CARDOSO, S. S. Qualidade de Pitaia de Polpa Branca armazenadas em Diferentes Temperaturas. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 3, p. 78-84, jul.-set., 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/1962/pdf>. Acesso em: 8 mai. 2022.

CAMARANO, A. A.; ABRAMOVAY, R. **Êxodo Rural, Envelhecimento e Masculinização no Brasil**: Panorama dos Últimos 50 Anos. Rio de Janeiro: IPEA, 1999. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_0621.pdf. Acesso em: 8 mai. 2022.

COSTA, A. C. Panorama e Perspectivas da Cultura da Pitaia. *In*. ENCONTRO NACIONAL DOS PRODUTORES DE PITAIA, 2, Lavras, 2020, **Riscos e Perspectivas da Cultura da Pitaia no Brasil**, Lavras, p. 7-10, 2020.

CORDEIRO, M. H. M. Caracterização Física, Química e Nutricional da Pitaia-Rosa de Polpa Vermelha. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 1, p. 20-26, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/JnjYttFV8kg87dhhZQzrg8n/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 7 mai, 2022.

DRUMOND, P. M. **Aprendendo a Conviver com as Abelhas-Arapuás em Sistemas Agrícolas**. 1ª Edição. Rio Branco: Embrapa Acre, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1113555/aprendendo-a-conviver-com-as-abelhas-arapuas-em-sistemas-agricolas#:~:text=Esta%20publica%C3%A7%C3%A3o%20re%C3%BAne%20algumas%20medidas,desempenha%20importante%20papel%20no%20ecossistema>. Acesso em: 7 mai. 2022.

JESUS, C.; RODRIGUES, L. S.; MORAES, V. E. G. Fruticultura: convergências e divergências. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n.32, p. 371-396, set. 2010. Disponível em: <http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/1941>. Acesso em: 8 mai. 2022.

JÚNIOR, P. F. et al. Aspectos Da Produção, Comercialização E Desenvolvimento Da Cultura Da Pitaya No Estado Do Pará. **Enciclopédia Biosfera**, [S.L.], v. 16, n. 29, p. 264-279, 30 jun. 2019. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2019a/agrar/aspectos%20da%20producao.pdf>. Acesso em: 8 mai. 2022.

MEDEIROS, F. H. V.; SCHULMAN, P. Doenças da Pitaia e seu Manejo Sustentável. *In*. ENCONTRO NACIONAL DOS PRODUTORES DE PITAIA, 2, Lavras, 2020, **Riscos e Perspectivas da Cultura da Pitaia no Brasil**, Lavras, p. 7-10, 2020.

PECHE, P. M. Fórum de Discussão sobre a Cadeia Produtiva de Pitaia no Brasil e na América Latina. *In*. ENCONTRO NACIONAL DOS PRODUTORES DE PITAIA, 2, Lavras, 2020, **Riscos e Perspectivas da Cultura da Pitaia no Brasil**, Lavras, 2020.

POLLNOW, G. E. Pitaia, da propagação à colheita: uma revisão. **Agropecuária Catarinense**, [S. l.], v. 31, n. 3, p. 73-78, 2018. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/RAC/article/view/239>. Acesso em: 8 maio. 2022.

QUEIROGA, V. P. **Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Sistema Produtivo de Cactos Trepadeiras**. 1^o Edição. [S.l.]: Ed. A Barriguda, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/353020891_PITAHAYA_Hylocereus_spp_SISTEMA_PRODUTIVO_DE_CACTOS_TREPADEIRAS_Editores_Tecnicos. Acesso em: 7 mai. 2022.

VENTORIM, J. A. **Crescimento da Pitaia Vermelha de Polpa Branca (*Hylocereus undatus*) sob diferentes Condições de Insolação e Consórcio com a Bananeira em Sistema Orgânico de Produção**. Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2019. Disponível em: <http://tede2.unifenas.br:8080/jspui/handle/jspui/297#preview-link0>. Acesso em: 7 mai. 2022.



Caracterização morfológica de mudas de pitaia

Márcia Alessandra Brito de Aviz*¹; Renata Amato Moreira*²; Leila Aparecida Salles Pio*³;

Resumo

A pitaia é uma fruta muito promissora, que vem ganhando destaque no mercado de frutas exóticas, devido às suas características organolépticas, com destaque ao seu sabor doce e suave. Os frutos são produzidos por diversas espécies pertencentes à família Cactácea, sendo que as espécies destes gêneros apresentam flores grandes, caule do tipo cladódio, polimorfismos de frutas e, às vezes, as características são tão contrastantes que tornam a caracterização taxonômica difícil. A caracterização de acessos de pitaias é fundamental para melhor entendimento da biologia das espécies, para a exploração da variabilidade genética e a identificação de genótipos superiores para ações de conservação e utilização em programas de melhoramento genético. Sendo assim, o trabalho objetivou a caracterização de mudas de pitaia de 246 acessos, através de avaliações de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade (DHE). Os cladódios advindos de várias regiões do Brasil foram enraizados em vasos de 3L, com substrato comercial Tropstrato e areia na proporção 1:1. As práticas de manejo que se referem a adubação e ao controle fitossanitário, foram padronizadas visando o melhor desenvolvimento da muda. Posteriormente ao estabelecimento, as mudas foram caracterizadas morfológicamente de acordo com as instruções para execução dos ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade de cultivares de pitaia. Foram avaliados sete descritores para cada planta, sendo quatro para cladódios, um para auréolas e dois para espinhos. A avaliação foi realizada para pitaias amarelas (casca amarela e polpa branca), brancas (casca vermelha e polpa branca) e vermelhas (casca e polpa vermelhas). Os descritores foram medidos com o auxílio de um paquímetro digital de 150 mm (Kingtools, São Paulo, Brasil). Os dados quantitativos avaliados foram: Cladódio largura (CL), cladódio distância entre auréolas (CDA), cladódio altura do arco (CAA), auréola número de espinhos (ANE) e espinho comprimento (EC). E os dados qualitativos foram: cladódio margem da costela do (CMC) e espinho coloração principal (ECP).

Palavras-chave: Cactácea. Exótica. Fruticultura.

¹ Docente Adjunta, Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Campus Tomé-açu/PA.

² Pesquisadora, Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras - UFLA.

³ Docente Adjunta, Universidade Federal de Lavras – UFLA.

Introdução

A pitaiá é uma fruta muito promissora, que vem ganhando destaque no mercado de frutas exóticas, devido às suas características organolépticas, com destaque ao seu sabor doce e suave (De Dios et al. 2014). Apesar de originária das regiões tropicais e subtropicais, hoje estão distribuídas em todo o mundo sendo quatro espécies predominantes mundialmente quanto ao seu cultivo e distribuição: *Selenicereus undatus*, *Hylocereus polyrhizus*, *Selenicereus costaricensis* e *Selenicereus megalanthus* (Ortiz-Hernández & Salazar, 2012).

Os frutos são produzidos por diversas espécies pertencentes à família Cactácea, sendo que as espécies destes gêneros apresentam flores grandes, caule do tipo cladódio, polimorfismos de frutas e, às vezes, as características são tão contrastantes que tornam a caracterização taxonômica difícil. Cada espécie possui dezenas de variedades diferentes que são cultivadas por agricultores, sem a correta identificação da espécie a que pertencem, acarretando desafios na comercialização de mudas e frutas.

A caracterização de acessos de pitaiás é fundamental para melhor entendimento da biologia das espécies, para a exploração da variabilidade genética e a identificação de genótipos superiores para ações de conservação e utilização em programas de melhoramento genético. A escassez de trabalhos sobre este tema na literatura reforça esta necessidade. Várias técnicas podem ser utilizadas, como citometria de fluxo (Menezes et al. 2018), proteoma (Patel, 2016; Zhang et al. 2013), estudos da morfologia interna das plantas e elaboração de chave dicotômica para caracterização das características morfológicas vegetativas e reprodutivas (Silva-Júnior, 2012; Teixeira, 2015).

A caracterização morfológica é a maneira mais simples e de menor custo na busca de descritores que possibilitem a caracterização das cultivares através das semelhanças fenotípicas entre estas. A confecção de uma chave de caracterização dendrológica é uma ferramenta funcional que permite a rápida e fácil identificação das espécies e variedades vegetais (Teixeira, 2015).

Os caracteres morfoagronômicos podem ser obtidos através de escalas de notas (qualitativas), ou por medições (quantitativas) em diferentes estruturas das plantas (Brandão 2011). Os descritores qualitativos apresentam como vantagens possuírem natureza genética simples, além de apresentarem baixa influência ambiental e alta herdabilidade (Paiva et al. 2014), entretanto, requerem classes previamente estabelecidas para uma identificação fácil. Por outro lado, os descritores quantitativos, são importantes na avaliação do potencial agrônomo das cultivares, mas, como desvantagem, apresentam natureza genética complexa e sofrem elevada influência ambiental (Jesus et al. 2013).

Sendo assim, o trabalho objetivou caracterização de mudas de pitaia de 246 acessos, através de avaliações de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade (DHE).

Materiais e Métodos

Local e Material experimental

O estudo de caracterização morfológica englobou 246 acessos de pitaia (Anexo 1). O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Lavras – UFLA/Lavras, MG – Brasil, nos anos de 2020 e 2021. A classificação climática de Koppen para essa região é Cwa - clima subtropical, com inverno frio e seco, e verão quente e úmido. Essa região situa-se a 21°14'S, 45°00'W e 918 m de altitude.

Os cladódios advindos de várias regiões do Brasil foram enraizados em vasos de 3L, com substrato comercial Tropstrato e areia na proporção 1:1. As práticas de manejo que se referem a adubação e ao controle fitossanitário, foram padronizadas visando o melhor desenvolvimento da muda. Posteriormente ao estabelecimento, as mudas foram caracterizadas morfológicamente de acordo com as Instruções para execução dos ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade de cultivares de pitaia (*Selenicereus undatus* (Haw.), *Selenicereus costaricensis* (Weber), *Selenicereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran e *Selenicereus setaceus* Rizz. e híbridos) do MAPA, D.O.U. nº 88, de 09/05/2019.

Caracterização Morfológica

Foram avaliados sete descritores para cada planta, sendo quatro para cladódios, um para auréolas e dois para espinhos. A avaliação foi realizada para pitaias amarelas (casca amarela e polpa branca), brancas (casca vermelha e polpa branca) e vermelhas (casca e polpa vermelhas). Os descritores foram medidos com o auxílio de um paquímetro digital de 150 mm (Kingtools, São Paulo, Brasil).

Os dados quantitativos avaliados foram: Cladódio largura (CL), cladódio distância entre auréolas (CDA), cladódio altura do arco (CAA), auréola número de espinhos (ANE) e espinho comprimento (EC). E os dados qualitativos foram: cladódio margem da costela do (CMC) e espinho coloração principal (ECP) (Tabela 1).

TABELA 1. Descritores morfológicos utilizados para caracterização de pitaiás.

Código	Descritores avaliados	Classes dos descritores
Qualitativos		
CMC	01. Cladódio: margem da costela	1. Côncava; 2. Plana; 3. Convexa.
ECP	02. Espinho: coloração principal	1. Cinza; 2. Marrom médio; 3. Marrom escuro.
Quantitativos		
CL	01. Cladódio: largura	3. Estreita; 5. Média; 7. Larga.
CDA	02. Cladódio: distância entre auréolas	3. Curta; 5. Média; 7. Larga;
CAA	03. Cladódio: altura do arco	1. Baixa; 2. Média; 3. Alta
ANE	04. Auréola: número de espinhos	1. Baixo; 2. Médio; 3. Alto.
EC	05. Espinho: comprimento	3. Curto; 5. Médio; 7. Longo.

Fonte: Dos autores, 2021.

Elaboração de chave dicotômica

Após a caracterização das espécies pelas técnicas descritas acima, as mesmas serão comparadas com a base de dados do sistema de classificação APG IV (Angiosperm Phylogeny Group, 2016). A grafia e autoria dos binômios específicos e sinônimos serão confirmadas nas bases de dados “Lista de Espécies da Flora do Brasil” (Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2016) e IPNI - “International Plant Names Index” (Instituto Nacional da Propriedade Industrial, 2016).

Todos os acessos do Banco de Germoplasma da UFLA, devidamente identificados serão incluídos na chave dendrológica. Para cada acesso selecionado, serão feitas inúmeras descrições de características dicotômicas importantes para a confecção da chave de caracterização, sendo que essas descrições se baseiam em anotações e observações do material botânico, realizadas em campo e em laboratório, com auxílio de um microscópio estereoscópico. Tais descrições serão utilizadas somente para elaboração da chave dicotômica e não constam no presente estudo.

Para as descrições das características vegetativas de cada acesso, consideraram-se as variações morfológicas. As terminologias utilizadas para os caracteres vegetativos serão baseadas nas seguintes bibliografias: Marchiori (2004); Gonçalves & Lorenzi (2007); Silva Júnior et al. (2014).

As ilustrações das características utilizadas na chave dicotômica serão realizadas com o auxílio de uma câmera fotográfica de alta resolução.

Resultados e discussão

O trabalho encontra-se na fase final de sumarização de dados/análises e será apresentado em dezembro de 2021 em forma de artigo final como produto de conclusão de estágio pós doutoral do primeiro autor.

Agradecimentos

Aos produtores e colecionadores de pitaia por conceder os acessos (cladódios) para a criação do Banco de Germoplasma de pitaia da UFLA.

Referências

- BRANDÃO, L. P. **Seleção de descritores morfoagronômicos em bananeira por meio de procedimentos uni e multivariados**. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas. 61 p.2011.
- DE DIOS, H. C., MARTÍNEZ, R. C., and CANCHÉ, H. J. C. Caracterización de la producción de Pitahaya (*Hylocereus* spp.) en la Zona Maya de Quintana Roo, México. *Agroecología*, v. 9, pp. 123-132, 2014. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/300701>.
- GONÇALVES, E. G.; LORENZI, H. J. *Morfologia vegetal: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares*. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2007.
- INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL (Brasil). The international plant names index. Search the data: plant names. Disponível em: Disponível em: <http://www.ipni.org/ipni/plantnamesearchpage.do>. Acesso em: 16 set. 2019.
- JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. REFLORA: Herbário virtual. Flora do Brasil 2020 em construção. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: Disponível em: <http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual> /Acesso em: 16 set. 2019.
- JESUS, O. N. de; MARTINS, C. A. D.; OLIVEIRA, E. J. de; SOARES, T. L.; MACHADO, C. de F.; FALEIRO, F. G.; GIRARDI, E. A.; ARAÚJO, F. P. de; PEREIRA, T. N. S.; VIANA, A. P. **Descritores morfoagronômicos ilustrados para *Passiflora* spp.** Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2013. 65 p. il.
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Secretaria de Defesa Agropecuária. INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 9, DE 21 DE MAIO DE 2019.
- MARCHIORI, J. N. C. *Elementos de dendrologia*. 2. ed., Santa Maria: UFSM, 2004
- MENEZES, T. P.; OLIVEIRA, A. F.; PASQUAL, M.; SOUZA, A. R.; CASTRO, E. M. Conteúdo de DNA e caracterização anatômica de cultivares de oliveiras (*Olea europaea* L.). *Agrarian*, 11(41), 196-202, 2018.
- ORTIZ-HERNÁNDEZ, Y. D. and SALAZAR, J. A. C. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a short review. *Comunicata Scientiae*, v. 3, n. 4, p. 220-237, 2012. ISSN-e 2177-5133.

PAIVA, C. L.; VIANA, A. P.; SANTOS, E. A.; SILVA, R. N. O.; OLIVEIRA, E. J. Diversidade genética de espécies do gênero *Passiflora* com o uso da estratégia Ward-MLM. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 2, p. 381-390. 2014.

PATEL, E.; CICATIELLO, P.; DEININGER, L.; CLENCH, M. R.; MARINO, G.; GIARDINA, P. A proteomic approach for the rapid, multi-informative and reliable identification of blood. *Analyst*, United Kingdom, v. 141, p. 191-198, 2016.

SILVA JÚNIOR, M. C. 100 árvores do cerrado: sentido restrito. 1. ed. Brasília: Rede de sementes do cerrado, 2012.

SILVA JÚNIOR, M. C. *et al.* Guia do observador de árvores: tronco, copa e folha. 1. ed. Brasília: Rede de sementes do cerrado, 2014.

TEIXEIRA, C. Chave de identificação baseada em caracteres vegetativos para a arborização urbana de Foz do Iguaçu-PR. 2015. Monografia (Especialista na Pós-Graduação em Gestão Ambiental em Municípios) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

ZHANG, Y.; FONSLow, B. R.; SHAN, B.; BAEK, M. C.; YATES, J. R., 3RD. Protein analysis by shotgun/bottom-up proteomics. *Chemical Reviews*, Washington, v. 113, n. 4, p. 2343-2394, 2013.

ANEXO 1

TABELA 2. Materiais existentes no banco de germoplasma da Universidade Federal de Lavras até a data de março de 2021.

Acesso	Nome comum	Doador- Cidade	Cor do fruto
1.	Híbrido Gigante	Dorival – Vargem Grande Sul - SP	Casca e polpa vermelhas
2.	Pink	Dorival – Vargem Grande Sul - SP	Casca e polpa vermelhas
3.	Vermelha X	Dorival – Vargem Grande Sul - SP	Casca e polpa vermelhas
4.	Purpussi	Dorival – Vargem Grande Sul - SP	Casca e polpa vermelhas
5.	Orejona Gigante	Dorival – Vargem Grande Sul - SP	Casca e polpa vermelhas
6.	Cebra	Dorival – Vargem Grande Sul - SP	Casca e polpa vermelhas
7.	Cerrado do Sul	Dorival – Vargem Grande Sul - SP	Casca e polpa vermelhas
8.	D1	Dorival – Vargem Grande Sul - SP	Casca e polpa vermelhas

9.	D2	Dorival – Vargem Grande Sul - SP	Casca e polpa vermelhas
10.	D3	Dorival – Vargem Grande Sul - SP	Casca e polpa vermelhas
11.	D6	Dorival – Vargem Grande Sul - SP	Casca e polpa vermelhas
12.	D7	Dorival – Vargem Grande Sul - SP	Casca e polpa vermelhas
13.	D8	Dorival – Vargem Grande Sul - SP	Casca e polpa vermelhas
14.	D9	Dorival – Vargem Grande Sul - SP	Casca e polpa vermelhas
15.	D21	Dorival – Vargem Grande Sul - SP	Casca e polpa vermelhas
16.	Branca comum	UFLA	Casca vermelha e polpa branca
17.	Amarela colombiana	UFLA	Casca amarela e polpa branca
18.	Vermelha 1	UFLA	Casca e polpa vermelhas
19.	Vermelha 2	UFLA	Casca e polpa vermelhas
20.	Saborosa	UFLA	Casca vermelha e polpa branca
21.	Vênus	Alaôr – Ingai -MG	Casca e polpa vermelhas
22.	Physical graffiti	Alaôr – Ingai –MG	Casca e polpa vermelhas
23.	Golden	Alaôr – Ingai –MG	Casca amarela e polpa branca
24.	Vermelha de três pontas 1	Alaôr – Ingai –MG	Casca e polpa vermelhas
25.	Vermelha de três pontas 2	Alaôr – Ingai –MG	Casca e polpa vermelhas
26.	American Beauty	Conceição- Ribeirão vermelho - MG	Casca e polpa vermelhas
27.	Dark Star	Conceição- Ribeirão vermelho - MG	Casca e polpa vermelhas
28.	Delight	Conceição- Ribeirão vermelho – MG	Casca vermelha e polpa branca
29.	Halleys Comet	Conceição- Ribeirão vermelho – MG	Casca e polpa vermelhas
30.	Vietnamense Waite	Conceição- Ribeirão vermelho – MG	Casca vermelha e polpa branca
31.	Vermelha auto fértil	Conceição- Ribeirão vermelho – MG	Casca e polpa vermelhas
32.	Chinesa	Willian Barcelos - SP	Casca e polpa vermelhas
33.	Vermelha da Nicarágua	Neri Pinheiro – Dona Euzébia - MG	Casca e polpa vermelhas
34.	Vermelha da Colômbia	Neri Pinheiro – Dona Euzébia - MG	Casca e polpa vermelhas
35.	Gigante do México	Neri Pinheiro – Dona Euzébia - MG	Casca e polpa vermelhas
36.	Baby do Cerrado	Neri Pinheiro – Dona Euzébia - MG	Casca e polpa vermelhas
37.	Branca 1	Neri Pinheiro – Dona Euzébia - MG	Casca vermelha e polpa branca
38.	Pitaia sem semente	Deniete Magalhães- Pirapora - MG	Casca e polpa vermelhas
39.	Orejona	Bolivar Trindade – Caçapava do Sul-RS	Casca e polpa vermelhas
40.	Golden	Bolivar Trindade – Caçapava do Sul-RS	Amarela de polpa branca

41.	Catarina	Bolivar Trindade – Caçapava do Sul-RS	Casca e polpa vermelhas
42.	Tailandesa	Bolivar Trindade – Caçapava do Sul-RS	Casca vermelha e polpa branca
43.	Do Duxa	Bolivar Trindade – Caçapava do Sul-RS	Casca vermelha e polpa branca
44.	Zamorano	Bolivar Trindade – Caçapava do Sul-RS	Casca e polpa vermelhas
45.	Vietnamese White	Bolivar Trindade – Caçapava do Sul-RS	Casca vermelha e polpa branca
46.	Pink	Bolivar Trindade – Caçapava do Sul-RS	Casca e polpa vermelhas
47.	Vermelha comum	Bolivar Trindade – Caçapava do Sul-RS	Casca e polpa vermelhas
48.	Do cerrado	Bolivar Trindade – Caçapava do Sul-RS	Casca vermelha e polpa branca
49.	Boreal Red	Bolivar Trindade – Caçapava do Sul-RS	Casca e polpa vermelhas
50.	Do Pará	Bolivar Trindade – Caçapava do Sul-RS	Casca e polpa vermelhas
51.	American Beauty	Antônio Dal Moro – Campo Grande -MT	Casca e polpa vermelhas
52.	Capistrano Valley	Antônio Dal Moro - Campo Grande -MT	Casca vermelha e polpa branca
53.	Condor	Antônio Dal Moro - Campo Grande -MT	Casca e polpa vermelhas
54.	Cosmic Charlie	Antônio Dal Moro - Campo Grande -MT	Casca e polpa vermelhas
55.	Country Roads	Antônio Dal Moro - Campo Grande -MT	Casca e polpa vermelhas
56.	Dark Star	Antônio Dal Moro - Campo Grande -MT	Polpa e casca vermelhas
57.	Delight	Antônio Dal Moro - Campo Grande -MT	Casca vermelha e polpa branca
58.	Guyute	Antônio Dal Moro - Campo Grande -MT	Casca e polpa vermelhas
59.	Halley's Comet	Antônio Dal Moro - Campo Grande -MT	Casca e polpa vermelhas
60.	Kathie Van Arum	Antônio Dal Moro - Campo Grande -MT	Casca vermelha e polpa rosa
61.	Makisupa	Antônio Dal Moro - Campo Grande -MT	Casca e polpa vermelhas
62.	Neitzel	Antônio Dal Moro - Campo Grande -MT	Casca vermelha e polpa branca
63.	Neon	Antônio Dal Moro - Campo Grande -MT	Casca vermelha e polpa branca
64.	Pepino Dolce	Antônio Dal Moro - Campo Grande -MT	Casca vermelha e polpa branca
65.	Physical Graffiti	Antônio Dal Moro - Campo Grande -MT	Casca e polpa vermelhas
66.	Pink Panther	Antônio Dal Moro - Campo Grande -MT	Casca vermelha e polpa branca
67.	Red Jaina	Antônio Dal Moro - Campo Grande -MT	Casca vermelha e polpa branca
68.	Rixford	Antônio Dal Moro - Campo Grande -MT	Casca e polpa vermelhas

Capítulo 8 • Caracterização morfológica de mudas de pitaia

69.	Valdivia Roja	Antônio Dal Moro - Campo Grande -MT	Casca e polpa vermelhas
70.	Vietnamese white	Antônio Dal Moro - Campo Grande -MT	Casca vermelha e polpa branca
71.	Zamorano	Antônio Dal Moro - Campo Grande -MT	Casca e polpa vermelhas
72.	Golden de Israel	Antônio Dal Moro - Campo Grande -MT	Casca amarela e polpa branca
73.	Florida Red Sweet	Antônio Dal Moro - Campo Grande -MT	Casca e polpa vermelhas
74.	Nicaraguan Red	Antônio Dal Moro - Campo Grande -MT	Casca e polpa vermelhas
75.	Amarela com espinho	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca amarela e polpa branca
76.	Americam Beauty	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
77.	AX hibridum	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
78.	Big Red	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
79.	Bilu	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
80.	Branca mexicana	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca vermelha e polpa branca
81.	Bruni	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
82.	Caspitrano Valley	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
83.	Cebra 1	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
84.	Cebra 2	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
85.	Cerrado 1	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
86.	Cerrado 2	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
87.	Chácara Chão	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
88.	Connie Mayer	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
89.	Costa Rica	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
90.	Crioulo	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
91.	Dark Star	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
92.	Delight	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca vermelha e polpa branca
93.	Desconhecida (Frankies Red)	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
94.	Desconhecida 1	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
95.	Desconhecida 2	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
96.	Desert King	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
97.	DG	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
98.	Falsa Zamorano	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
99.	Golden	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca amarela e polpa branca

100.	Golden Gaúcha	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca amarela e polpa branca
101.	Golden ML	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca amarela e polpa branca
102.	Graffiti de Israel	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
103.	Halley´s Comet	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
104.	Makisupa	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
105.	Natural Mystic	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
106.	Orange Dwarf Havai	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
107.	Orejona	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
108.	Pepino Dulce	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca vermelha e polpa branca
109.	Pink	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
110.	Pink Panther	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca vermelha e polpa branca
111.	Rosa	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
112.	Rosada Marnel	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
113.	Roxa do Pará	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
114.	Roxa II	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
115.	Rubra	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
116.	Selenicereus grandiflorus	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
117.	Sem nome 1		
118.	Sem nome 2	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
119.	Tailandesa	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca vermelha e polpa branca
120.	Taiwan Polpa Roxa	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
121.	Thai Rosa	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
122.	Thick (Cerrado) King	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
123.	Vênus	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
124.	Vermelha colombiana	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
125.	Vermelha de polpa branca 1	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca vermelha e polpa branca
126.	Vermelha de polpa branca 2	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca vermelha e polpa branca
127.	Vermelha de polpa branca 3	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca vermelha e polpa branca
128.	Vermelha de polpa roxa	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
129.	Vermelha de polpa vermelha	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca e polpa vermelhas
130.	Vietnã	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca vermelha e polpa branca

Capítulo 8 • Caracterização morfológica de mudas de pitaia

131.	Vietnemesse White	Leandro Carvalho – Guiricema - MG	Casca vermelha e polpa branca
132.	Roxa do Pará	Afif Al Jawabri – Tomé Açú – PA	Casca e polpa vermelhas
133.	Vietnamese White	Jacira Dalla – Porto Alegre - RS	Casca vermelha polpa branca
134.	Vermelha X	Jacira Dalla – Porto Alegre - RS	Casca e polpa vermelhas
135.	Vietnamese 1	Jacira Dalla – Porto Alegre - RS	Casca vermelha e polpa branca
136.	Embrapa redonda	Jacira Dalla – Porto Alegre - RS	Casca vermelha e polpa branca
137.	Roxa do Pará	Jacira Dalla – Porto Alegre - RS	Casca e polpa vermelhas
138.	Golden	Jacira Dalla – Porto Alegre - RS	Casca amarela e polpa branca
139.	Catarina	Jacira Dalla – Porto Alegre - RS	Casca e polpa vermelhas
140.	Orejona 1	Jacira Dalla – Porto Alegre - RS	Casca e polpa vermelhas
141.	Orejona 2	Jacira Dalla – Porto Alegre - RS	Casca e polpa vermelhas
142.	Embrapa Longa	Jacira Dalla – Porto Alegre - RS	Casca vermelha e polpa branca
143.	Nicarágua gigante	Jacira Dalla – Porto Alegre - RS	Casca e polpa vermelhas
144.	Nicarágua comum	Jacira Dalla – Porto Alegre - RS	Casca e polpa vermelhas
145.	Nicarágua Escamosa	Jacira Dalla – Porto Alegre - RS	Casca e polpa vermelhas
146.	Vermelha Fogo	Jacira Dalla – Porto Alegre - RS	Casca e polpa vermelhas
147.	Golden Israel	Maria Eunice – Manga-MG	Casca amarela e polpa branca
148.	Branca 1	Maria Eunice – Manga-MG	Casca vermelha e polpa branca
149.	Nicarágua	Maria Eunice – Manga-MG	Casca e polpa vermelhas
150.	Branca VW	Maria Eunice – Manga-MG	Casca vermelha e polpa branca
151.	Cerrado	Maria Eunice – Manga-MG	Casca vermelha e polpa branca
152.	56	Bernardo - Divisa Nova -MG	Amarela
153.	58	Bernardo - Divisa Nova -MG	Amarela
154.	66	Bernardo - Divisa Nova -MG	Casca e polpa vermelhas
155.	11	Bernardo - Divisa Nova -MG	Casca e polpa vermelhas
156.	22	Bernardo - Divisa Nova -MG	Casca e polpa vermelhas
157.	19	Bernardo - Divisa Nova -MG	Casca e polpa vermelhas
158.	10	Bernardo - Divisa Nova -MG	Casca e polpa vermelhas
159.	77	Bernardo - Divisa Nova -MG	Casca e polpa vermelhas
160.	28	Bernardo - Divisa Nova -MG	Casca e polpa vermelhas
161.	20	Bernardo - Divisa Nova -MG	Casca e polpa vermelhas
162.	27	Bernardo - Divisa Nova -MG	Casca e polpa vermelhas

Capítulo 8 • Caracterização morfológica de mudas de pitaia

163.	12	Bernardo - Divisa Nova -MG	Casca e polpa vermelhas
164.	8	Bernardo - Divisa Nova -MG	Casca e polpa vermelhas
165.	23	Bernardo - Divisa Nova -MG	Casca e polpa vermelhas
166.	29	Bernardo - Divisa Nova -MG	Casca e polpa vermelhas
167.	24	Bernardo - Divisa Nova -MG	Casca e polpa vermelhas
168.	61	Bernardo - Divisa Nova -MG	Casca e polpa vermelhas
169.	57	Bernardo - Divisa Nova -MG	Casca e polpa vermelhas
170.	26	Bernardo - Divisa Nova -MG	Casca e polpa vermelhas
171.	30	Bernardo - Divisa Nova -MG	Casca e polpa vermelhas
172.	3	Bernardo - Divisa Nova -MG	Casca e polpa vermelhas
173.	36	Bernardo - Divisa Nova -MG	Casca e polpa vermelhas
174.	16	Bernardo - Divisa Nova -MG	Casca e polpa vermelhas
175.	13	Bernardo - Divisa Nova -MG	Casca e polpa vermelhas
176.	34	Bernardo - Divisa Nova -MG	Casca e polpa vermelhas
177.	38	Bernardo - Divisa Nova -MG	Casca e polpa vermelhas
178.	52	Bernardo - Divisa Nova -MG	Casca e polpa vermelhas
179.	53	Bernardo - Divisa Nova -MG	Casca e polpa vermelhas
180.	37	Bernardo - Divisa Nova -MG	Casca e polpa vermelhas
181.	39	Bernardo - Divisa Nova -MG	Casca vermelha e polpa branca
182.	51	Bernardo - Divisa Nova -MG	Casca vermelha e polpa branca
183.	2	Bernardo - Divisa Nova -MG	Casca vermelha e polpa branca
184.	55	Bernardo - Divisa Nova -MG	Casca vermelha e polpa branca
185.	5	Bernardo - Divisa Nova -MG	Casca vermelha e polpa branca
186.	1	Bernardo - Divisa Nova -MG	Casca vermelha e polpa branca
187.	50	Bernardo - Divisa Nova -MG	Casca vermelha e polpa branca
188.	54	Bernardo - Divisa Nova -MG	Casca vermelha e polpa branca
189.	40	Bernardo - Divisa Nova -MG	Casca vermelha e polpa branca
190.	59	Bernardo - Divisa Nova -MG	Casca vermelha e polpa branca
191.	60	Bernardo - Divisa Nova -MG	Casca vermelha e polpa branca
192.	4	Bernardo - Divisa Nova -MG	Casca vermelha e polpa branca
193.	Vermelha Chinesa	Aldécio Lino- Petrolina- PE	Casca e polpa vermelhas
194.	Branca Chinesa	Aldécio Lino- Petrolina- PE	Casca vermelha e polpa branca

Capítulo 8 • Caracterização morfológica de mudas de pitaia

195.	Delight	Bolivar Trindade – Caçapava do Sul-RS	Casca vermelha e polpa branca
196.	Condor	Bolivar Trindade – Caçapava do Sul-RS	Casca e polpa vermelhas
197.	Caramuru	Bolivar Trindade – Caçapava do Sul-RS	Casca vermelha e polpa branca
198.	Valdivia roja	Bolivar Trindade – Caçapava do Sul-RS	Casca e polpa vermelhas
199.	Rixford	Bolivar Trindade – Caçapava do Sul-RS	Casca e polpa vermelhas
200.	Dark Star	Bolivar Trindade – Caçapava do Sul-RS	Casca e polpa vermelhas
201.	Physical Graf.	Bolivar Trindade – Caçapava do Sul-RS	Casca e polpa vermelhas
202.	Vermelhay	Vinicios Silva- Albertos -MG	Casca e polpa vermelhas
203.	Diamante	Vinicios Silva- Albertos -MG	Casca e polpa vermelhas
204.	Saborosa	Willian Barcelos- São J. Rio Preto-SP	Casca vermelha e polpa branca
205.	Caramuru	Geraldo – Espírito Santo -ES	Casca vermelha e polpa branca
206.	Caramuru 2	Geraldo – Espírito Santo -ES	Casca vermelha e polpa branca
207.	Caramuru 3	Geraldo – Espírito Santo -ES	Casca vermelha e polpa branca
208.	Colorida Autofertil	Adriane, Rio Grande do Sul-RS	Casca e polpa vermelhas
209.	Colorida	Adriane, Rio Grande do Sul-RS	Casca e polpa vermelhas
210.	Colorida	Adriane, Rio Grande do Sul-RS	Casca e polpa vermelhas
211.	Colorida	Adriane, Rio Grande do Sul-RS	Casca e polpa vermelhas
212.	Casca Laranja	Adriane, Rio Grande do Sul-RS	Casca e polpa vermelhas
213.	Colorida macaco	Adriane, Rio Grande do Sul-RS	Casca e polpa vermelhas
214.	Halleys comet	Adriane, Rio Grande do Sul-RS	Casca e polpa vermelhas
215.	Colorida	Adriane, Rio Grande do Sul-RS	Casca e polpa vermelhas
216.	Crespa	Adriane, Rio Grande do Sul-RS	Casca e polpa vermelhas
217.	Auto fértil	Adriane, Rio Grande do Sul-RS	Casca vermelha e polpa branca
218.	Vietnemesse	Adriane, Rio Grande do Sul-RS	Casca vermelha e polpa branca
219.	Roxa	Márcio – Socorro-SP	Casca e polpa vermelhas
220.	Roxa2	Márcio – Socorro-SP	Casca e polpa vermelhas
221.	Roxa 3	Márcio – Socorro-SP	Casca e polpa vermelhas
222.	Rosa claro	Dorival- Vargem G. do Sul -SP	Casca e polpa vermelhas
223.	Rosa claro	Dorival- Vargem G. do Sul –SP	Casca e polpa vermelhas
224.	Rosa escuro	Dorival- Vargem G. do Sul –SP	Casca e polpa vermelhas
225.	Rosinha	Dorival- Vargem G. do Sul –SP	Casca e polpa vermelhas
226.	Rosinha	Dorival- Vargem G. do Sul –SP	Casca e polpa vermelhas

227.	Rosa escuro	Dorival- Vargem G. do Sul –SP	Casca e polpa vermelhas
228.	Rosa escuro	Dorival- Vargem G. do Sul –SP	Casca e polpa vermelhas
229.	Rosa escuro	Dorival- Vargem G. do Sul -SP	Casca e polpa vermelhas
230.	Rosa	Dorival- Vargem G. do Sul –SP	Casca e polpa vermelhas
231.	Branca	Dorival- Vargem G. do Sul –SP	Casca vermelha e polpa branca
232.	Escura	Dorival- Vargem G. do Sul –SP	Casca e polpa vermelhas
233.	Branca	Dorival- Vargem G. do Sul -SP	Casca vermelha e polpa branca
234.	Rosa	Dorival- Vargem G. do Sul -SP	Casca e polpa vermelhas
235.	Rosa	Dorival- Vargem G. do Sul -SP	Casca e polpa vermelhas
236.	Rosa	Dorival- Vargem G. do Sul -SP	Casca e polpa vermelhas
237.	Rosa	Dorival- Vargem G. do Sul -SP	Casca e polpa vermelhas
238.	Outra	Ricardo – São Vicente -SP	Sem identificação
239.	Outra	Ricardo – São Vicente -SP	Sem identificação
240.	Outra	Ricardo – São Vicente -SP	Sem identificação
241.	Outra	Ricardo – São Vicente -SP	Sem identificação
242.	Outra	Ricardo – São Vicente -SP	Sem identificação
243.	Outra	Ricardo – São Vicente -SP	Sem identificação
244.	Outra	Ricardo – São Vicente -SP	Sem identificação
245.	Colombiana	UFLA	Casca amarela e polpa branca
246.	Colombiana	UFLA	Casca amarela e polpa branca

Fonte: Dos Autores, 2021.

Capítulo 09



O cultivo da pitaia na China

Yongjian Zheng (Jimmy)*¹; Vander Rocha Lacerda*²; Tatiane Cristovam Ferreira³

Resumo

O cultivo da pitaia foi introduzido na China a partir da Jia Nian Agriculture (anteriormente Runyu Agriculture) da Taiwan Soft Branch. Desde então, a pitaia de casca e polpa vermelha é plantada em larga escala, padronizada e equipada com sistema de triagem e cadeia de frio (refrigeração). O desenvolvimento da indústria da pitaia impulsionou a agricultura e a cadeia de refrigeração pós-colheita em toda a China. A área de cultivo na China atingiu mais de 53 mil hectares. Na província de Hainan começou em 2018. No final de 2019, a área de 3 mil hectares foi expandida para 6 mil. A indústria da pitaia requer um grande capital para implantação da cultura, e o investimento por hectare em Hainan varia ao equivalente de R\$ 566.000 a R\$ 680.000 (convertido da moeda chinesa, Remimbi ¥, para o real R\$ em cotação atual). Uma má gestão, poderá levar os investidores a perderem tudo. Com base nisso, a fim de garantir que a indústria da pitaia possa ter um desenvolvimento eficiente e saudável em terras chinesas, combinando a experiência de gestão com o gerenciamento de plantio da pitaia, foi realizado uma análise sistemática, para que todos saibam sobre a pitaia. Ter um conhecimento científico mais profundo da produção da pitaia, pode proporcionar aos investidores e gerentes mais facilidade, rapidez, domínio das habilidades de plantio e gerenciamento de forma rápida e eficiente, para obter melhores recompensas ao final do ciclo. A pitaia pode produzir frutas durante todos os meses em Hainan, desta forma, há entrada constante de capital que pode ser utilizado todos os meses. Claro, é necessário entender o mercado claramente e entender melhor a situação. Faça ciência para preservar frutas. É esperado que este capítulo traga benefícios econômicos reais aos leitores!

Palavras-chave: Ásia. Gestão do pitaial. Tecnologia. Ciência.

¹ Graduação em Agricultura na Universidade de Hainan, Bacharel em Jardinagem Profissional, CTO da empresa Hainan fruitsiland, empresa com 350 hectares de pitaia na província de Hainan na China; Dragon Fruit Planting Technology Club

² Eng. Agrônomo, Mestre em Agronomia Horticultura, Departamento de Produção Vegetal, Universidade Estadual Paulista Campus Botucatu e Produtor rural de pitaia no norte de Minas Gerais.

³ Engenheira Ambiental, Mestre em agronomia e Doutoranda em Engenharia agrícola, Universidade Estadual Paulista Campus Botucatu e Pesquisadora do Laboratório de bioquímica vegetal

Introdução

Após a aplicação do sistema de luz suplementar em 2015, a pitaia deu início a uma superprodução na pré-temporada na China (de março a maio), que inspirou todos os tipos de investidores a entrarem nesta indústria em busca de grandes lucros. No entanto, a maioria dos investidores não tem experiência agrícola, muito menos experiência em plantio de pitaia. O plantio doméstico de pitaia está basicamente se desenvolvendo na exploração, mas juntamente com o crescimento desta cultura, necessita urgentemente de um sistema de ciência. Os livros (e-books), artigos, boletins e vídeos de especialistas são referências para todos.

O objetivo de escrever este capítulo é explicar a situação básica do plantio e manejo da pitaia por meio da classificação do sistema científico, para que os gerentes de investimento deste segmento possam dominar mais cientificamente as habilidades de investimento da pitaia e o gerenciamento científico de plantio.

Ponto de vista do autor

Desde 2007, tenho estado em contato com a pitaia em Sanya Licai para realizar testes de solo e propor planos de melhoria nutricional. Em 2009, gerei uma plantação de pitaia pela primeira vez em Pingxiang Youyiguan, com variedades comuns que ainda precisam de polinização à noite. O pesquisador Guangxi Jianian, começou a introduzir na região o plantio da pitaia vermelha de Taiwan em 2012, ele esteve em contato com pesquisas sobre os requisitos de plantio e gerenciamento de pitaia. Por coincidência, ele entrou em Hainan Fruit Island Agricultural Development Co., Ltd. em maio de 2018 e começou a se concentrar na indústria de plantio da pitaia, de áreas abertas a áreas abertas contínuas, e visitou as principais áreas de cultivo da pitaia em Hainan, Guangxi e Yunnan.

Em busca de troca de conhecimentos, há o contato com as elites do plantio da pitaia em Guangdong e em todo o país, e vai ao Vietnã para realizar inspeções no local para entender suas condições de plantio. Com base na acumulação e na minha especialização (especialização em árvore frutífera), resumi o conhecimento biológico básico de biologia cítrica com base no aprendizado do professor Mo Xianlong e combinado com a construção moderna de jardins cítricos de Haisheng. Fruit Island Ling Village Base editou o moderno pomar de pitaia e, sob a orientação e ensino do Dr. Deng Ribo, teve contato com o conhecimento da agricultura moderna no país e no exterior.

Ao visitar e servir as principais bases da fruta do dragão, descobri que os investidores e gerentes locais cometeram alguns erros científicos básicos. Espero ajudar a resolver mistérios e dúvidas para todos por meio deste capítulo!

Guia de cultivo da pitaia na região de Hainan

A temperatura e a luz durante todo o ano em Hainan são adequadas para que a pitaia floresça, dê frutos e realize o crescimento normal dos cladódios ao longo do ano. A estação de baixa temperatura no inverno e na primavera é o período de floração e frutificação mais adequado para a pitaia de Hainan. Os desafios para produzir frutos de alto valor econômico nesta região são a alta temperatura no verão e no outono, de abril a outubro (mau crescimento das raízes, brotos deformados), ocorrência de tufões e até mesmo chuvas contínuas (que podem durar meio mês ou mais), facilitando a proliferação de bactérias.

A região de Dongfang possui um solo arenoso, com alta capacidade de calor específico, grande estrutura de partículas, ou seja, possui baixa retenção de água e fertilizantes. A grande diferença de temperatura entre o dia e a noite (a temperatura do solo exposto durante o dia é de 48°C, e a temperatura à noite é de 28°C ou inferior) traz um ambiente de temperatura super hostil para as raízes da pitaia. O sistema radicular da planta pode crescer bem em uma temperatura estável, com cobertura de solo adequada ou em um ambiente com menos variações. Devido ao sistema radicular superficial (as raízes têm forte adsorção quando entram em contato com qualquer suporte), necessitam de muito húmus e retenção de água a 65%, pH entre 6 e 7,5.

É importante a utilização de muito esterco de ovelha como adubo orgânico, uma vez que a principal matéria-prima deste esterco é forragem, milho, etc., que ainda é uma molécula grande, o adubo orgânico precisa passar por um longo período de tempo ou após ser triturado e fermentado para se tornarem pequenas moléculas para as plantas, isto é, deve ser decomposto em pequenas moléculas ou devolvido ao estado de pequenos elementos para as plantas absorverem e utilizarem.

Dois objetivos (rendimento e qualidade)

Requisitos de aparência de frutas: proporção de aspecto visual, requisitos de escala organoléptica, suavidade de frutas, diferença de cor de frutas, superfície de frutas sem danos mecânicos, superfície de frutas sem infestação de pragas e doenças, superfície de frutas limpa, uniformidade de frutas, tamanho de frutas, peso das frutas, polpa livre de pragas e doenças, espessura da casca, cor da polpa.

Cálculo da composição do rendimento = área por mu (0,06667 hec; 15 mu é igual a 1 hec) * número de plantas (plantas) * número de frutos (lote, comprimento dos frutos) * peso dos frutos (peso médio)

Requisitos internos de qualidade da fruta: doçura (doçura central, doçura ensolarada próxima a casca, doçura traseira), comestibilidade, umidade, análise nutricional, sabor (*flavor*), textura (crocante, macio, algodado), suco, sementes de frutas.

O que precisa ser feito para atingir os dois objetivos

Prevenção de rotina de pragas e doenças, fornecimento de nutrientes sob demanda e medidas de plano de emergência podem ser dadas de acordo com as previsões meteorológicas e as leis de crescimento da pitiaia.

Cálculo da quantidade de aplicação de fertilizante orgânico:

O peso da camada de preparo = 667 m^2 (área de acre) * 0,2 m * 1,3 (densidade do solo) = 173,42 toneladas de aplicação de fertilizante orgânico (aumentar o teor de matéria orgânica do solo em um ponto percentual) = o peso da camada de preparo 173,42 toneladas * 1% (teor de matéria orgânica do solo) * 50 % (teor de matéria orgânica do fertilizante orgânico) = 3,47 toneladas.

Cálculo da quantidade de fertilizante químicos:

A matéria orgânica precisa chegar a 2,5%.

5kg/planta, 4 toneladas/mu

$0,9\text{m}$ (largura de adubação)* $0,35\text{m}$ (espaçamento de plantas)* $0,2\text{m}$ (espessura de adubação)* $1,1\text{g/m}^3$ * 3% ÷ 50% * 800 plantas (quantidade de plantio por mu)=4 toneladas/mu

Composição da planta: 80% umidade e 20% cinzas

A proporção de nitrogênio, fósforo e potássio na fase de muda é de 3:1:1

A proporção de nitrogênio, fósforo e potássio na fase de floração e frutificação é de 1:1:3

O cálcio pode promover o desenvolvimento de raízes brancas, pêlos radiculares e promover o desenvolvimento de frutas para tornar o sabor crocante e doce (formação de pectina) Cal 150kg/mu

Produtos para doenças bacterianas:

Os comumente utilizados são as preparações de cobre. No entanto, foram desenvolvidos bactericidas derivados da fermentação biológica, mas em geral, a atividade de tais pesticidas biológicos ou produtos de fermentação de pesticidas biológicos geralmente não é muito alta. O uso de produtos de preparação de cobre em alta temperatura requer atenção para evitar fitotoxicidade.

Fertirrigação

Água e fertilizante quatro vezes por mês (usando o sistema de irrigação por microaspersão para fornecer 250 kg de fertilizante por mu) é realizado em 250 vezes (recomenda-se fornecer água e fertilizante à noite):

1. Nitrato de amônio de cálcio + dihidrogenofosfato de potássio + bioestimulantes (fertilizante líquido bacteriano ou inóculo original para propagação de açúcar mascavo, aminoácido, ácido húmico mineral, inoculante de proteína de peixe, algas de espuma de mar profundo, pó de esperma de algas marinhas, etc.)

2. Ureia + cloreto de potássio + oligoelementos (fertilizante líquido de algas marinhas contendo oligoelementos, etc.)

3. Sulfato de magnésio ou sulfato de magnésio e potássio + diamônio + bioestimulante

4. Ureia + dihidrogenofosfato de potássio ou sulfato de potássio ou cloreto de potássio, etc. + bioestimulantes

A proporção de nitrogênio, fósforo e potássio é ajustada de acordo com o período de crescimento da cultura, nitrogênio, fósforo e potássio são 3:1:1 no período de crescimento vegetativo e 2:1:3 no período de crescimento reprodutivo. Fungos de proteína de peixe são fáceis de absorver em baixa temperatura e fornecem nutrientes que resistem a baixa temperatura e promovem a formação de carboidratos nutritivos fotossintéticos.

Controle de pragas em geral:

Controlar a prevenção normal três vezes por mês, ou seja, um controle de prevenção a cada dez dias

1. Bactérias fúngicas + larvas de mariposa + tripes e formigas (insetos sugadores) + nutrição foliar

2. Bactérias fúngicas + larvas de mariposa + tripes e formigas (insetos sugadores) + nutrição foliar

3. Bactérias fúngicas + larvas de mariposa + tripes e formigas (insetos sugadores) + nutrição foliar

A nutrição foliar é realizada principalmente por aminoácidos, ácido algínico, proteína de peixe, etc.)

1. O plantio de novas mudas precisa ser colocado rapidamente nas prateleiras para promover a ramificação e obter ramos de frutificação suficientes

2. Bioestimulantes promotores de raízes e inoculantes biológicos que previnem o apodrecimento das raízes

3. Fornecimento de nutrientes para o crescimento das plantas

4. Prevenir larvas de mariposa e tripes e formigas (prevenir caracóis)

5. Ramos de amarração convencionais

6. Preparação de materiais agrícolas (nutrição mineral, esterilização, inseticida, folhagem, fungicida, irrigação de raízes, tesouras de galhos, fitas de tecido e preparação de outros materiais relacionados)

Controle de plantas invasoras:

Antes do plantio, realizar o tratamento para controle das plantas invasoras. Método de tratamento de plantas invasoras: um tratamento de corte mecanizado com cortador de grama.

O plantio pode ser realizado 15 dias após a aplicação do herbicida. A dosagem recomendada de glufosinato de amônio é 150g/mu, a especificação é 5L/barril (4 barris/peça), o nome comercial é areia verde murcha, o teor de ingrediente ativo é 200g/L.

Pré-tratamento das mudas:

Após a retirada das gemas e a desinfecção do agente de enraizamento, as mudas são levantadas de forma concentrada. São pulverizados com o agente de enraizamento para proteção da raiz e promoção do crescimento.

Agente de enraizamento: dosagem 12g/15kg de água, especificação 6g*500 pacotes/caixa, nome comercial: pó de enraizamento TDZ (prevenção de doenças e agente de enraizamento forte), ingrediente ativo NAAIBA > 20%, forma de dosagem em pó.

Mistura de enxofre de cal: dosagem 200 vezes, especificação 400g * 20 sacos/caixa, nome comercial Mistura de enxofre de pedra Wanli, ingrediente ativo 45% mistura de enxofre de pedra, forma de dosagem 45% cristal.

Antes do plantio: 50 kg de fertilizante de fosfato de cálcio e magnésio e 100 kg de cal são espalhados e misturados uniformemente.

Fertilizante de cálcio-magnésio-fosfato: dosagem 50KG/mu, especificação 50KG*20 sacos, nome comercial 12% cálcio-magnésio-fósforo, ingrediente ativo 12% cálcio-magnésio-fósforo, forma de dosagem em pó, fabricante.

Cal: A dosagem é de 100kg/mu, que é adquirido localmente a granel.

Manejo pós-plantio:

As mudas de pitaiia devem ser colocadas e plantadas para cobrir as raízes de 5 cm de solo. Não deve ser muito raso ou enterrado muito fundo para que as raízes fiquem herméticas. Após a cobertura, despeje água suficiente para fixar as raízes (raio de 30 cm das raízes a serem irrigadas e umedecidas) para garantir que as raízes não fiquem com falta de água. Uma semana após o plantio, o fornecimento de nutrição de aminoácidos promotores de raízes, água e fertilizante, duas semanas depois, nutrição de aminoácidos + suprimento de nutrição de diamônio e um mês após o plantio, suprimento de fertilizante líquido de aminoácidos + diamônio + suprimento de nutrição de cloreto de potássio. Após 45 dias, fornecer fertilizante líquido de aminoácidos + diamônio + nutrição de cloreto de potássio e fornecer nutrição uma vez nos próximos 10 dias, 3 vezes por mês, após as mudas cruzarem o cabo de aço (3 meses após o plantio), realizar aminoácidos + nitrato de amônio + fosfato de cálcio + difosfato fornecimento de água e fertilizante de potássio de hidrogênio, fertilizante líquido de aminoácidos + diamônio + fornecimento de nutrientes de cloreto de potássio após 10 dias. Prevenção de doenças contra cancos e antraz, prevenção de pragas contra larvas de mariposas, tripses, bem como formigas e caracóis.

Regras e Regulamentos de Avaliação e Controle da Gestão da Propriedade

Para garantir uma gestão unificada e padronizada de todas as bases e melhor cumprir os diversos objetivos de trabalho, este sistema de gestão e controle é especialmente formulado.

1 Gestão diária

2 Registro de trabalho do gerente.

3 Registros de compras, entradas e saídas.

4 Registros de pulverização, adubação e irrigação.

5 Registros de umidade do solo, crescimento de raízes, crescimento de cladódios, época de floração e época de colheita.

6 Registros de colheita de frutas e registros de vendas.

7 Investigações de dificuldades e registros de feedback de gestores e funcionários.

Padrões de avaliação

1 Salário de avaliação: Supervisor xx yuan/mês, oficial/líder xx yuan/mês, a pontuação de avaliação mensal é de 100 pontos em 100.

2 Frequência diária (chegada tardia, ausência, saída antecipada, etc.), a frequência total por mês é "número de dias no mês - 4 dias", subtrai 1 ponto para chegada tardia e partida antecipada, e 3 pontos para ausência.

3 0,5 pontos serão subtraídos para cada registro de trabalho ausente.

4 0,5 pontos serão subtraídos para registros ausentes ou registros incorretos de compra no armazém ou fora do armazém.

5 Os registros de pulverização, fertilização e irrigação devem ser registrados uma vez a cada quatro dias, e 0,5 pontos devem ser subtraídos por tempo para registros ausentes.

6 Registros de umidade do solo, crescimento de raízes, crescimento de cladódios, época de floração e época de colheita. Grave uma vez a cada quatro dias, e 0,5 pontos serão subtraídos por registros ausentes.

7 Para registros de colheita de frutas e registros de vendas, será subtraído 0,5 pontos por tempo para registros ausentes.

8 O levantamento das dificuldades dos dirigentes e empregados será contabilizado uma vez por semana, sendo descontado 1 ponto a cada vez que não for contabilizado. Depois que os trabalhadores derem as opiniões razoáveis, eles começarão a implementá-las imediatamente. Se não puderem ser implementadas imediatamente, elas devem ser relatadas ao supervisor imediatamente. Se não forem implementadas ou relatadas, será subtraído 1 ponto.

9 Todos os itens são concluídos de acordo com a qualidade e quantidade a cada mês, e o pessoal relevante adicionará 2 pontos/mês.

10 A avaliação do supervisor é dividida na nota média de todos os gestores.

Imagens do cultivo de pitaia na China



FIGURA 1. Plantio das mudas de pitaia.

Fonte: Yongjian Zheng, 2019.



FIGURA 2. Densidade 12000 plantas/hectare.

Fonte: Yongjian Zheng, 2019.



FIGURA 3. Densidade 24000 plantas/hectare.
Fonte: Yongjian Zheng, 2019.



FIGURA 4. Densidade 30000 plantas/hectare
Fonte: Yongjian Zheng, 2019.



FIGURA 5. Densidade 33000 plantas/hectare.
Fonte: Yongjian Zheng, 2019.



FIGURA 6. Spray com gotas finas para amenizar o calor no verão
Fonte: Yongjian Zheng, 2019.



FIGURA 7. Iluminação artificial para produção na entressafra.

Fonte: Yongjian Zheng, 2019.



FIGURA 8. Aplicação de cal hidratada para minimizar o estresse causado pela alta irradiação no verão.

Fonte: Yongjian Zheng, 2019.



FIGURA 9. Cobertura vegetal no solo para proteger as raízes superficiais da pitaia.

Fonte: Yongjian Zheng, 2019.



FIGURA 10. Grande quantidade de matéria orgânica utilizada.

Fonte: Yongjian Zheng, 2019.



FIGURA 11. Ótimo desenvolvimento radicular.

Fonte: Yongjian Zheng, 2019.

Agradecimentos

Obrigado pela grande plataforma da Hainan Fruit Island Agricultural Development Co., Ltd., pelo investimento e gerenciamento no local da indústria da pitaia em Hainan, pelo apoio e tolerância, e agradeço a todos os irmãos e irmãs que estão engajados no cultivo da pitaia!

Capítulo 10



Corante de pitaya: Inovação e oportunidades

Guilherme Julião Zocolo¹; Ana Paula Dionisio²; Fernando Antônio Pinto de Abreu²

Resumo

Levando-se em consideração o crescimento do mercado que valoriza os aspectos de saudabilidade em seus produtos, a Embrapa tem voltado seus esforços, nos últimos anos, para o desenvolvimento de ingredientes naturais inovadores. Dentre estes produtos, destaca-se o corante de pitaya, um produto líquido de intensa coloração vermelho-violeta, e que tem se mostrado como uma interessante e inovadora opção para uso alimentar, podendo se tornar uma alternativa aos corantes já disponibilizados no mercado (a exemplo do carmim de cochonilha e corante de beterraba). Vislumbra-se que o corante de pitaya poderá apresentar um elevado espectro de uso, tanto em mercados já estabelecidos, porém em crescimento – como os lácteos (que usa majoritariamente carmim de cochonilha como opção natural), bem como nos mercados em rápida ascensão, como de produtos alimentares "plant-based", que buscam a cada dia mais produtos naturais diferenciados para uso nas formulações de seus produtos, muito além do corante de beterraba. Entretanto, a disponibilização comercial do corante ainda apresenta alguns pontos tecnológicos que precisam ser explorados, como ações de definição do protótipo do processo em planta-piloto, escalonamento para ambiente relevante de produção e testes-piloto de aplicação do corante. Isso permitirá que, em futuro próximo, sejam gerados elevados impactos positivos no mercado de corantes naturais, tanto no Brasil, como no mundo, a partir de uma tecnologia desenvolvida na Embrapa, fazendo uso de tecnologias limpas e a partir de uma matéria-prima de grande potencial econômico e agrônômico para o Brasil.

A seguir, trataremos de quatro diferentes tópicos que embasam a proposta, sendo elas: (a) Corantes: a busca por produtos naturais alternativos; (b) Como a Embrapa vem se organizando para inovar na área de corantes naturais? (c) Potenciais mercados para absorver a tecnologia gerada: "plant-based" e produtos lácteos, e (d) Existem outros processos que utilizem a pitaya como matéria-prima na produção de corantes?

Palavras-chave: *Hylocereus polyrhizus*, Betalaínas, Corante natural de pitaya.

¹ Embrapa Agroindústria Tropical, Laboratório Multiusuário de Química de Produtos Naturais

² Embrapa Agroindústria Tropical, Laboratório de Processos Agroindustriais.



Corantes: um grande mercado em busca por produtos naturais alternativos

Ainda hoje, os principais corantes alimentares são os artificiais, devido ao seu preço e estabilidade quando incorporado em alimentos. Porém, a preocupação dos consumidores sobre os efeitos nocivos destes corantes vem motivando a busca por pigmentos naturais extraídos de fontes biológicas (como plantas, fungos, bactérias e algas), com um mercado para corantes naturais estimado em U\$ 1.7 bilhões em 2020 (Rodriguez-Amaya, 2018). Dentre os corantes com tonalidades semelhantes ao corante de pitaia, tem-se o carmim de cochonilha e corante de beterraba, cujas vantagens e desvantagens serão discutidas a seguir.

a) CARMIM DE COCHONILHA

Recentemente, o uso de corante natural carmim, um pigmento derivado do inseto cochonilha (*Dactylopius coccus* Costa), recebeu críticas generalizadas por causa de sua origem “não-vegana”, conteúdo indesejável de alumínio, problemas microbiológicos recorrentes e capacidade de induzir reações alérgicas (Schweiggert, 2018). No Brasil não se produz carmim, pois não existem condições ideais para a produção do inseto do qual se extrai o pigmento, o que gera uma forte dependência do mercado externo (Volp et al., 2009). A Sensient (líder do mercado de corantes naturais mundial) sinaliza que outro desafio especificamente do carmim é a sua permissão em determinadas aplicações da UE. As lacas (lakes) de carmim são regulamentadas e não são mais permitidas em sorvetes, picolés de frutas e outros produtos da Europa. Na América do Norte, muitos fabricantes de alimentos evitam usar o carmim por diferentes motivos. Em janeiro de 2011, a FDA dos EUA começou a exigir que todos os alimentos e bebidas indicassem especificamente a presença do carmim em seus rótulos em função de algumas preocupações de alérgenos isolados. Assim, em se tratando de corantes naturais, os consumidores dos EUA preferem que a fonte seja de origem vegetal (Sensient, 2020a; Sensient, 2020b). Neste sentido, a busca por fontes alternativas de carmim ganhou impulso em todo o mundo porque é uma das cores mais comumente usadas para preparações de laticínios (Roca et al., 2012). Embora apresente uma forte estabilidade ao calor e à luz e tende a resistir melhor à migração de cor que as alternativas comuns, as principais empresas produtoras de corantes já sinalizam que veremos um afastamento do carmim de cochonilha como fontes de corantes alimentares ao longo do tempo (Sensient, 2020a). Isso abre oportunidades para corantes naturais que possam vir a ser alternativas ao carmim de cochonilha, a exemplo do corante de pitaia.

b) BETALAÍNAS: BETERRABA VS. PITAIA

Algumas categorias principais de pigmentos vegetais incluem antocianinas e outros flavonoides, carotenoides, clorofilas e betalaínas. Estes últimos são uma classe de pigmentos naturais que incluem betaxantinas amarelas e betacianinas vermelhas. A estabilidade destes componentes pode ser afetada por diversos fatores e envolve reações de isomerização, desglicosilação, hidrólise, descarboxilação e desidrogenação (Esquivel, 2016), e tem como consequências a perda da coloração, a redução de suas propriedades funcionais, bem como formação de novos compostos (Herbach et al., 2006). Condições de processo como temperatura e pH podem impactar negativamente na estabilidade das betalaínas e contribuir para a perda da cor (Woo et al., 2011). Por muito tempo, a beterraba vermelha foi considerada a única fonte de betalaínas e usada exclusivamente para atender a 10% da demanda global total de corantes alimentares (Slimen et al., 2017). No entanto, os pigmentos de beterraba têm grandes desvantagens devido à co-presença de sabores indesejáveis, como a geosmina e vários derivados de pirazina – que o fazem ter um sabor terroso, e que são indesejáveis pelos consumidores (Schweigert, 2018). Assim, processos são aplicados para amenizar os problemas relacionados a essas substâncias, os quais são dominados por poucas empresas do setor. Como possibilidade de alternativas ao corante de beterraba, novas fontes promissoras de betalaínas têm sido relatadas (Esatbeyoglu et al., 2015; Slimen et al., 2017), incluindo as espécies *Selenicereus*. Segundo Azeredo (2009), frutos de cactos, em contraste com beterraba vermelha, podem ser usados em alimentos sem impactos negativos de sabor, como aqueles derivados de extratos de beterraba, tornando sua utilização para aplicações de coloração mais promissora. As polpas de frutas de *Selenicereus* contêm altas concentrações de betacianinas (0,23-0,39%), não aciladas e aciladas, e (em contraste com beterrabas) não contêm betaxantinas detectáveis (Vaillant et al., 2005; Santos et al., 2020). Uma vantagem adicional dos frutos de cactos são seus requisitos mínimos de solo e água, sendo consideradas culturas alternativas para a agricultura de regiões áridas e semi-áridas (Castellar et al., 2006). Além do aproveitamento de frutos que não são destinados ao mercado, mas que são excelentes em perspectiva de processamento (menor tamanho, etc.), após a extração do corante, os resíduos podem ser usados como fonte de fitoquímicos, muito além de seu uso como ração animal (Slimen et al., 2017). Embora não seja abordado neste capítulo, existe a possibilidade interessante de uso da pitaia sob o conceito de biorefinaria, aproveitando todos os seus componentes bioativos a partir de diversas origens da fruta (casca e sementes, por exemplo – ver Lira et al., 2020; Santos et al., 2020; Santos, 2019). Nesse contexto, a betalaína extraída da pitaia como fonte alternativa a beterraba se torna uma tecnologia otimista.

Adicionalmente, os corantes podem ser encontrados comercialmente em pó, líquido ou gel. Corantes líquidos tendem a serem mais fáceis de solubilizar/dispersar, especialmente em matriz líquida, permitindo inclusive um processo de coloração contínuo. Na indústria de lácteos, por exemplo, há uma demanda por corantes líquidos, devido às dificuldades de uso do corante de carmim de cochonilha (em pó). Desta forma, tecnologias que ampliem a oferta de corantes líquidos naturais contribuem para uma demanda pungente do mercado.

Pitaia como fonte de compostos de interesse: como a Embrapa vem se organizando para inovar na área de corantes naturais?

A Embrapa, ciente da importância da demanda por corantes naturais, tem apoiado o desenvolvimento de projetos voltados para obtenção de corantes a partir de amora-preta e batata doce roxa, casca de uva, bagaço do caju e jabuticaba.

Os estudos com a pitaia (Figura 1) tiveram início em 2016 com a demonstração do potencial da fruta como fonte de componentes bioativos que podem desempenhar diferentes ações biológicas.



FIGURA 1. Pitaia vermelha inteira e sua polpa.
Fonte: Dos autores (2020).

Dentre os componentes identificados por cromatografia a líquido acoplada a espectrometria de massas de alta resolução, destacaram-se as substâncias maltotriose, quercetina-3-*O*-hexosídeo, e betalaínas, como apiosil-malonil-betanina e isômeros de 6'-*O*-malonil-2-descarboxi-betanina, identificados tanto na polpa como na casca da fruta. Adicionalmente, os estudos demonstraram que a fruta pode auxiliar na diminuição dos níveis de glicemia em animais induzidos ao diabetes (Lira,

2019), diminuição de ansiedade em modelo de zebrafish (Lira et al., 2020), além de diminuição de triglicérides e LDL em animais induzidos a dislipidemia (Holanda, 2019). Ademais, a fruta (tanto polpa quanto a casca) não apresenta nenhum tipo de toxicidade, mesmo em concentrações mais elevadas, demonstrados por ensaios *in vitro* e *in vivo* (Lira et al., 2020; Lira, 2019). Os resultados biológicos obtidos foram sempre ancorados por ferramentas quimiométricas, onde a análise das fezes e do soro dos animais deram robustez aos resultados alcançados.

A partir de todo o conhecimento levantado, e em consonância ao interesse do mercado por corantes naturais, os estudos seguiram para o desenvolvimento deste ingrediente alimentar. A partir disso, foi estabelecido um processo a partir de operações como tratamento enzimático, seguido de clarificação por membranas microporosas, e concentração a vácuo. O processo é baseado nos princípios da Química Verde, vindo ao encontro de uma tendência de mercado cada vez mais próxima, e com consumidores cada vez mais exigentes, com relação a processos “*clean-label*”. Com relação ao produto obtido, este apresentou intensa coloração vermelho-violeta, sem sabor e aroma, com grande potencial de aplicação alimentar. O corante foi amplamente caracterizado (Figura 2).

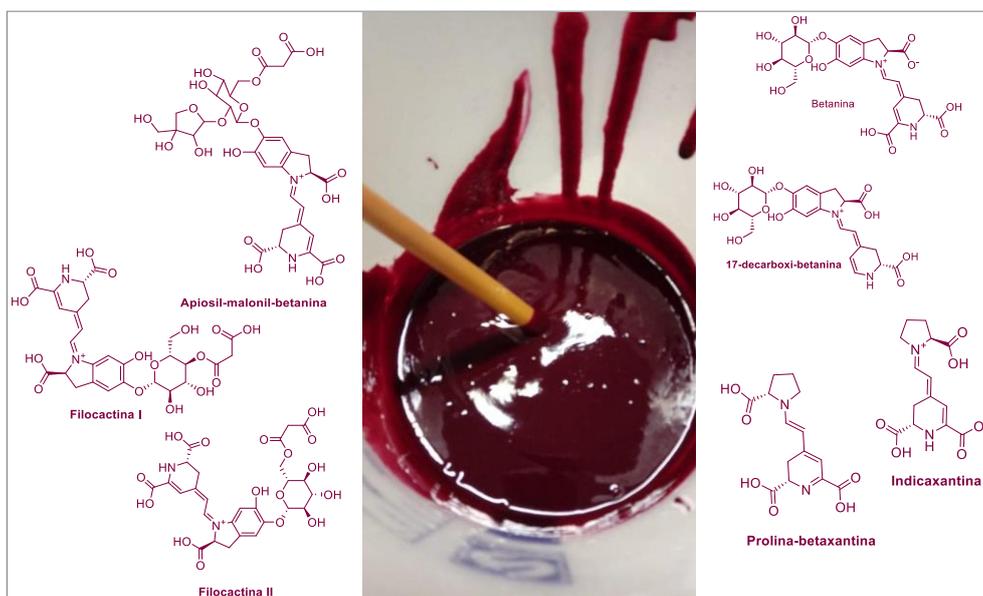


FIGURA 2. Corante de pitaia com as principais estruturas químicas identificadas.

Fonte: Dos autores (2020).

Sua estabilidade frente ao armazenamento avaliada por somente 90 dias (necessitando ser ampliada) e algumas de suas aplicações alimentares demonstradas em ensaios preliminares (Lima et al., 2020), conforme pode ser visualizada na Figura 3.

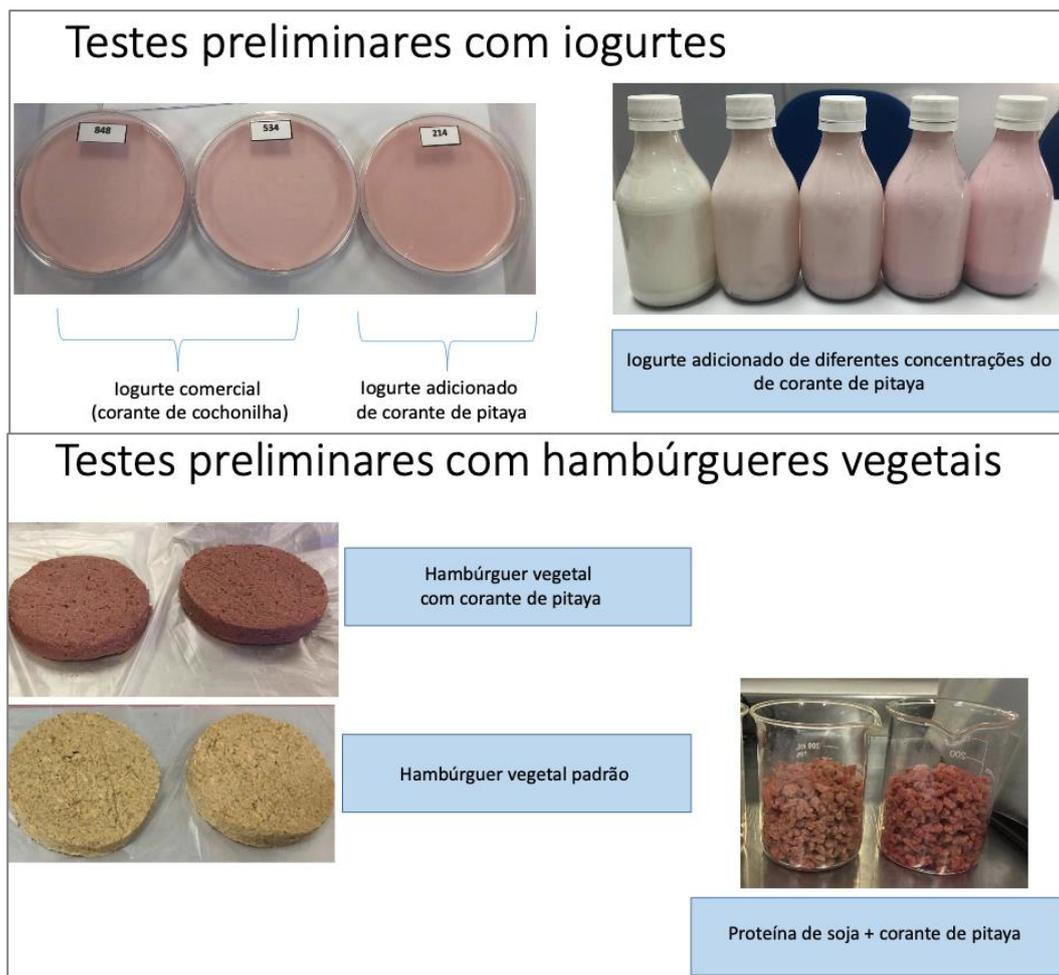


FIGURA 3. Testes preliminares do corante de pitaya com iogurtes e hambúrgueres vegetais demonstrando uma excelente adequação as matrizes alimentares.
Fonte: Dos autores (2020).

É importante ressaltar que a comercialização da pitaya no Brasil é relativamente recente, com início em 2005 (Phohort, 2019). Em 2017, dados da Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (Ceagesp) informam que foram comercializados mais de 604.891 kg do fruto (Ceagesp, 2017). Em 2019, a região Sudeste se sobressaiu em termos de comercialização, a região Nordeste ficou em 4º lugar precedido da região Sudeste, Sul e Norte, respectivamente (Phohort, 2019). Embora ainda se tenha uma produção relativamente pequena da pitaya no Brasil, com o desenvolvimento de novas demandas, como o processamento da fruta para obtenção de um produto de elevado valor agregado, pode impulsionar o desenvolvimento e estruturação da cadeia, assim como ocorreu no Brasil com diferentes culturas agrícolas. Também, o cultivo da pitaya é relativamente simples e de baixo custo, com propagação preferencialmente por estaquia. Possui elevado percentual de enraizamento e de brotação das estacas, apresenta metabolismo adaptativo a condições em que a água

é fator limitante, tem produção precoce iniciando já no primeiro ano após o plantio, e tem a obtenção de um grande número de mudas a partir de uma única matriz com características agronômicas desejáveis (Silva, 2014). Tais características tornam fácil a implementação e/ou extensão da cultura, caso haja indução de aumento de demanda.

Adicionalmente, a valorização da cultura da pitaia vai de encontro e soma com as estratégias da Embrapa de induzir e impulsionar a agricultura familiar e quintais orgânicos, onde essa cultura já foi trabalhada e com resultados previstos de bancos de germoplasma.

Potenciais mercados para absorver a tecnologia gerada: "plant-based" e "produtos lácteos".

- “PLANT-BASED”: hambúrgueres e bebidas vegetais.

Os mercados de alimentos “vegetarianos” e “veganos” representam um nicho de mercado – de forte crescimento no mundo – alavancado pela crescente preocupação dos consumidores com o impacto da alimentação em sua saúde, com o bem-estar animal e com o impacto ambiental dos sistemas produtivos, especialmente da produção pecuária. Esses motivos também têm atraído cada vez mais pessoas que, embora não se enquadrem nas categorias anteriores, compartilham essas preocupações e querem diminuir o consumo de alimentos de origem animal (os “flexitarianos”) (Révillion et al., 2020).

Acompanhando a dinâmica do mercado “plant-based”, o mercado de corantes naturais tem procurado diversificar e oferecer opções de corantes para uso por esse nicho de mercado. A Sensient (2020c) destaca indústria de carne 2.0 como a principal tendência mundial de cores de alimentos para 2020. A empresa menciona que “com mais opções à disposição do consumidor de carne vegetal, ter um visual atrativo se torna mais importante do que nunca. Neste cenário, se destacarão tons de vermelho de origem botânica para aplicação em produtos à base de vegetais”. Empresas de corantes, como a GNT, que tem em seu portfólio apenas corantes a base de concentrados de frutas e vegetais, serão cada dia mais frequentes.

Neste sentido, uma das propostas de aplicação do corante de pitaya será em produtos “plant-based”, a exemplo de hambúrgueres e bebidas vegetais. Hambúrgueres vegetais tem cada vez mais se destacado como produto de elevada qualidade sensorial, apresentando similaridades com produtos de origem animal. Para isso, além do conjunto de componentes que influenciam o sabor e textura do alimento, a busca por corantes naturais vermelho também tem se tornado como um ponto de destaque para o setor. Por sua vez, as bebidas vegetais elaboradas a partir de grãos e sementes, tem ganhado

cada vez mais força no mercado, devido aos mais diversos fatores, dentre estes, a intolerância a lactose. Embora a bebida de soja seja a alternativa vegetal ao leite mais comum e amplamente consumida; a bebida de arroz também começa a emergir de forma mais pronunciada (Vanga et al., 2018; Jeske et al., 2017). A indústria de beneficiamento de arroz gera em média 14% de quirera (subproduto), que tem um enorme potencial devido ao seu valor nutricional ser igual ao arroz beneficiado, e pode ser cada vez mais empregado no desenvolvimento de bebidas vegetais (Padula et al., 2020). A partir dessas considerações, demonstrar que o corante apresenta potencial de aplicação nestes produtos, que hoje utiliza em grande parte o corante de beterraba, torna-se uma interessante estratégia de inovação e diversificação dos produtos existentes no mercado.

- Lácteos

Os lácteos saudáveis (dentre estes, aqueles que não apresentam corantes artificiais em sua composição) são um desdobramento da busca por uma melhor alimentação iniciada há 20 anos no Brasil e que avança a passos largos no final desta década. A crescente valorização de produtos elaborados com ingredientes considerados como naturais tem sido identificada nos estudos da série ITAL Trends 2020, desde o Brasil Food Trends 2020 (lançado em 2010), Brasil Ingredients Trends 2020 (lançado em 2014) e no Brasil Beverage Trends (lançado em 2017). No setor de produtos lácteos também se manifestou de forma representativa. Como alternativa, as empresas têm migrado suas formulações para uso de corantes naturais, sendo o carmim de cochonilha o corante mais amplamente utilizado no segmento de produtos lácteos. A indústria deste setor tem buscado por alternativas (em especial, os líquidos) que atendam tanto às suas necessidades de apelo de mercado, bem como às suas necessidades tecnológicas.

Existem outros processos que utilizam a pitaia como matéria-prima na produção de corantes?

Atualmente, no mercado internacional, é observado grande oferta de pó de pitaia, especialmente por empresas chinesas. Como reflexo desses produtos comerciais, vários processos de obtenção de corante de pitaia foram encontrados fazendo uso da polpa e/ou da casca (CN103952011A; CN100417698C; CN105421111A; CN103602096A; KR20110115127A; CN103160139A; CN106009763; CN108324606; CN103980730A; US9028891B2). Das patentes levantadas, apenas CN103980730A e CN103952011A preocuparam-se em obter um material mais puro, embora em pó. As demais patentes trabalharam apenas com filtração simples e/ou centrifugação

para separação dos materiais fibrosos. O tratamento enzimático foi aplicado em CN100417698C, CN106009763 e CN108324606. E, para obtenção do pó de pitaia, alguns processos patenteados propõem a adição de outros componentes para viabilizar a secagem. A literatura também traz a aplicação de tecnologias como extração por fluido supercrítico (Fathordoobady, 2019), por ultrassom (CN103980730A) e ultrafiltração (Castro-Enríquez et al., 2020); contudo não foi observado, a exceção de Lima et al. (2020), trabalho do grupo da Embrapa Agroindústria Tropical, qualquer processo integrando tratamento enzimático com filtração por membrana para obtenção de pigmento de pitaia.

Quanto ao produto na forma líquida, apenas um produto da empresa Xian FlavorSpring foi encontrado, onde o foco deste é ofertar uma fonte comercial de aroma de pitaya. A cor, embora natural (segundo o fabricante), não é tão intensa quanto os produtos em pó comerciais disponíveis (ou o extrato concentrado já obtido na Embrapa através do processo em desenvolvimento). Também, vale ressaltar que este produto é adicionado de alguns compostos químicos para reforçar o aroma naturalmente extraído da fruta e da flor. Os processos levantados na busca de patente fazem referência sempre a um produto em pó e este acaba se tornando um dos diferenciais da tecnologia deste projeto: um corante de pitaya líquido concentrado de intensa coloração vermelho-violeta.

Tendo em vista tudo que foi apresentado e discutido nesse capítulo, podemos afirmar que essa tecnologia inovadora de obtenção de corante natural de pitaya, pode ser a porta de entrada para um novo e promissor mercado. Pelo lado do agricultor, traz como ponto positivo, a criação de uma nova fonte de demanda, que pode vir a gerar emprego e renda. Do ponto de vista da indústria, a disponibilização de um novo insumo que poderá conferir mais competitividade em mercados promissores como os ligados a produtos associados a vida saudável.

Agradecimentos

Este trabalho foi apoiado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) na respectiva UD: Embrapa Agroindústria Tropical, Secretaria do Desenvolvimento Econômico e Trabalho (SEDET), Governo do Estado do Ceará, pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Referências

Association of Official Analytical Chemists (2010). Method 991.43. In Official Methods of Analysis of the AOAC International. 18 ed., 3 rev. Gaithersburg, MD.

Azeredo, H. (2009). Betalains: Properties, sources, applications, and stability - A review. **International Journal of Food Science & Technology** 44(12):2365 – 2376.

Castellar, M.R., Obo'n, J.M. & Ferná'ndez-Lo'pez, J.A. (2006). The isolation and properties of a concentrated red-purple betacyanin food colourant from *Opuntia stricta* fruits. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 86, 122–128.

Castro-Enríquez, et al. (2020). Effect of Ultrafiltration of Pitaya Extract (*Stenocereus thurberi*) on Its Phytochemical Content, Antioxidant Capacity, and UPLC-DAD-MS Profile. *Molecules* 25(2), 281.

Cayupán, C.Y., Ochoa, M., & Nazareno, M. (2011). Health-promoting substances and antioxidant properties of *Opuntia* sp. fruits. Changes in bioactive-compound contents during ripening process. **Food Chemistry**, 126(2), 514-519.

CEAGESP. Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo. Dados 2017. 2017. Disponível em: <<http://www.ceagesp.gov.br/guia-ceagesp/pitaia/>>. Acesso em: 13 de março de 2020.

Cejudo, M.J.; Hurtado, N.; Mosquera, N.; Heredia, F.J.; Potential use of new Colombian sources of betalains. Color stability of ulluco (*Ullucus tuberosus*) extracts under different pH and thermal conditions. **Food Research International**, v. 64 , pp. 465–471, 2014.

Celli, G., Brooks, M. S-L. (2017). Impact of extraction and processing conditions on betalains and comparison of properties with anthocyanins – A current review. **Food Research International** 100 (Part 3):501-509.

Esatbeyoglu, T., Wagner, A. E., Schini-Kerth, V. B., Rimbach, G. (2015). Betanin-A food colorant with biological activity. **Molecular Nutrition & Food Research**, Illkirch, v. 59, n. 1, p.36-47.

Esquivel, P. (2006). Chapter: Betalains. In book: Handbook on Natural Pigments in Food and Beverages, Edition: 1st Edition, Publisher: Elsevier, Editors: Ralf M. Schweiggert, reinhold carle, pp.81-99.

Fathordoobady, F., Selamat, J., Manap, Y. M. A., Pratap-Singh, A. (2019). Development of supercritical fluid extraction for the recovery of betacyanins from red pitaya fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peel: a source of natural red pigment with potential antioxidant properties. **International Food Research Journal** 26(3):1023-1034.

Feng, P., Weagant, S. D., Grant, M. A., & Burkhardt, W. Enumeration of *Escherichia coli* and the Coliform Bacteria. In Food and Drug Administration – FDA (Ed.), *Bacteriological Analytical Manual (BAM)*. 4 ed, Chap. 4, 2002.

Gouvêa, R., Ribeiro, L., Souza, É., Penha, E., Matta, V., & Freitas, S. Effect of enzymatic treatment on the rheological behavior and vitamin C content of *Spondias tuberosa* (umbu) pulp. **Journal of Food Science and Technology**, 54(7), 2176-2180.

Herbach, K., M.; Stintzing, F. C.; Carle, R. (2006). Betalain Stability and Degradation—Structural and Chromatic Aspects, 71(4), p. R41-R50.

Holanda, M. (2019). Potencial terapêutico da polpa com semente da pitaita vermelha [*Hylocereus polyrhizus* (weber) Britton & Rose] em modelo experimental de dislipidemia induzida por dieta hiperlipídica. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual do Ceará. 84p.

Instituto Adolfo Lutz (2008). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo. 1020 p.

Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL (2010). Brasil Food Trends 2020. São Paulo: ITAL/FIESP. 173 p. Disponível em: <www.brasilfoodtrends.com.br>.

Jeske S, Zannini E, Arendt EK. Evaluation of Physicochemical and Glycaemic Properties of Commercial Plant-Based Milk Substitutes. **Plant Foods for Human Nutrition**. 72(1), 26-33, 2017.

Lima, A., Dionísio, A., Abreu, F., Silva, G., Lima Junior, R., Magalhães, H., . . . Zocolo, G. Microfiltered red–purple pitaya colorant: UPLC-ESI-QTOF-MSE-based metabolic profile and its potential application as a natural food ingredient. **Food Chemistry**, 330.

Lima, J. R., Girao, A. L.; Firmino, D. S., Pinto, G. A. S., Lima, L. V., Oliveira, L. M. V., Wurlitzer, N. J., Pessoa, P. F. A. P. Hambúguer vegetal de fibra de caju e proteína texturizada de soja: obtenção e avaliação da viabilidade econômica e financeira. 2013a. 11p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado técnico, 208).

Lira, S. M. (2019). Perfil metabolômico e efeito terapêutico da pitaita *Hylocereus polyrhizus* (Britton & Rose) no diabetes e na ansiedade em modelo animal. Tese de doutorado, Universidade Estadual do Ceará. 132p.

Lira, S. M., Dionísio, A. P., Holanda, M. O., Marques, C. G., Dilva, G. S., Correa, L. C., Santos, G. B. M., Abreu, F. A. P., Magalhães, F. E. A., Rebouças, E. L., Guedes, J. A. C., Oliveira, D. F., Guedes, M. I. F., Zocolo, G.J. (2020). Metabolic profile of pitaya (*Hylocereus polyrhizus* (F.A.C. Weber) Britton & Rose) by UPLC-QTOF-MSE and assessment of its toxicity and anxiolytic-like effect in adult zebrafish. *Food Research International*, Fortaleza, v. 127, n. 0, p.108701-0.

Luz, L. R., Porto, D. D., Castro, C. B., Silva, M. F. S., Godoy, A. F. E., Canuto, K. M., Brito, E.S., Becker, H., do Ó Pessoa, C., Zocolo, G.J. (2018). Metabolomic profile of *Schinopsis brasiliensis* via

UPLC-QTOF-MS for identification of biomarkers and evaluation of its cytotoxic potential. *Journal of Chromatography B*, v. 1099, p.97-109.

Manjunatha, S.S., Raju, S P., Bawa, S.A. (2012). Modelling the rheological behaviour of enzyme clarified lime (*Citrus aurantifolia* L.) juice concentrate. *Czech J. Food Sci.*, 30: 456-466.

Meilgaard, M.; Civille, G.V.; Carr, B.T. (2006). *Sensory evaluation techniques*. 4 ed., Boca Raton: CRC Press, 264p.

Mercado-Silva, E. M. (2018). Pitaya— *Hylocereus undatus* (Haw). *Exotic Fruits: Reference Guide*, Santiago de Querétaro, v. 1, n. 1, p.339-349.

Padula, C. C. G. B.; Coutinho, A. P. C.; Battaglini, N. M. P. (2020). Elaboração e caracterização físico-química de bebidas saborizadas a base de quirera de arroz e soja / Physical and chemical characterization and characterization of flavored drinks based on rice and soybeer quererá Brazilian *Journal of Development*. 6(6).

Pitalua, E., Jimenez, M., Vernon-Carter, E.J., Beristain, C.I. (2010). Antioxidative activity of microcapsules with beetroot juice using gum Arabic as wall material. **Food and Bioprocess Processing**, v.88, pp. 253–258.

PROHORT. Programa Brasileiro de Modernização do Mercado de Hortigranjeiro. Ministério da Agricultura. Dados 2018/2019. 2019. Disponível em: < <http://dw.ceasa.gov.br/>>. Acesso em: 14 de Março de 2020.

Prosky, L.; Asp, N.G.; Schweizer, T.F.; De Vries, J.W.; Furda, I. (1988). Determination of insoluble, soluble, and total dietary fibre in food products: Interlaboratory study. **Journal of Association Official Analytical Chemists**, v.71, p.1017–1023.

Révillion, J. P. P.; Kapp, C.; Badejo, M. S.; Dias, V. V. (2020). O mercado de alimentos vegetarianos e veganos: características e perspectivas. *Cadernos de Ciência e Tecnologia*. 37(1).

Roca, E.; Lemonnier, P.; Roubille, R. (2012). Carmine food coloring composition with high stability. Depositante: Chr Hansen Natural Color As. USA n. US9192183B2. Depósito: 30 mar. 2012. Concessão: 24 nov. 2015.

Rodriguez-Amaya, Delia B. (2018). Natural Food Pigments and Colorants. In: Mérillon, J. M.; Ramawat, K. G. (Org.). *Reference Series in Phytochemistry*. 1ed. New York: Springer International Publishing, v. , p. 1-35.

Sanchez, N.; Jaime-Fonseca, M.R.; San Martin-Martinez, E.; Zepeda, L.G. (2013). Extraction, stability, and separation of betalains from *Opuntia joconostle* cv. using response surface methodology. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.61, pp. 11995–12004.

Santos, G. B. M.; Dionísio, A. P.; Magalhães, H. C. R.; Abreu, F. A. P.; Lira, S. M.; Lima, A. C. V.; Silva, G. S.; Guedes, J. A. C.; Araújo, I. M. S.; Artur, A. G.; Pontes, D. F.; & Zocolo, G. J. (2020).

Effects of processing on the chemical, physicochemical, enzymatic, and volatile metabolic composition of pitaya (*Hylocereus polyrhizus* (F.A.C. Weber) Britton & Rose). **Food Research International, Fortaleza**, v. 127, p.108710.

Saxena, D., Sabikhi, L., Chakraborty, S., & Singh, D. (2014). Process optimization for enzyme aided clarification of watermelon juice. **Journal of Food Science and Technology**, 51(10), 2490-2498.

Schweiggert, R. M. (2018). Perspective on the Ongoing Replacement of Artificial and Animal-Based Dyes with Alternative Natural Pigments in Foods and Beverages. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Hohenheim, v. 66, n. 12, p.3074-3081.

Sensient (2020a). Cochonilha e carmim: corantes naturais econômicos. <https://sensientfoodcolors.com/pt-br/tendencias-de-mercado/cochonilha-e-carmim-corantes-naturais-economicos/>. Acesso em julho de 2020.

Sensient (2020b). Tendências globais para 2020. Disponível em: https://sensientfoodcolors.com/pt-br/wp-content/uploads/2020/02/Sensient-2020-Global-Trends-Infographic-Brazil_compressed-2.pdf. Acesso em julho de 2020.

Sensient (2020c). Uma perspectiva global da contínua investigação sobre o carmim. Disponível em: <https://sensientfoodcolors.com/pt-br/mercados-globais/uma-perspectiva-global-da-continua-investigacao-sobre-o-carmim/>. Acesso em julho de 2020.

Silva, A.C.C. (2014). Pitaya: melhoramento e produção de mudas. Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista, 139p.

Stintzing, F.C., Schieber, A. & Carle, R. (2002). Betacyanins in fruits from red-purple pitaya, *Hylocereus polyrhizus* (Weber) Britton & Rose. **Food Chemistry**, 77, 101–106.

Subramanyiah, M. S., Srinivasa, R.P., Singh, B.A. (2012). Modelling the Rheological Behaviour of Enzyme Clarified Lime (*Citrus aurantifolia* L.) Juice Concentrate. **Czech Journal of Food Sciences**, 30(5), p. 456-466.

Tournas, V., Stack, M. E., Mislivec, P. B., Koch, H. A., Bandler, R. (2001). Yeasts, molds and mycotoxins. In Food and Drug Administration – FDA (Ed.), Bacteriological Analytical Manual (BAM), Chap. 18.

Vaillant, F., Perez, A., Davila, I., Dornier, M., Reynes, M. (2005). Colourant and antioxidant properties of red-purple pitahaya (*Hylocereus* sp.) Fruits, 60, 1–10.

Vanga SK, Raghavan V. (2018). How well do plant based alternatives fare nutritionally compared to cow's milk? **Journal of Food Science and Technology**. 55(1), p. 10-20.

Vialta, A., Rego, R. A. (Ed.). (2014) Brasil Ingredients Trends 2020. Campinas: ITAL, 389 p. Disponível em: <www.brasilingredientstrends.com.br>.

Capítulo 10 • Corante de pitaia: Inovação e oportunidades

Volp, A. C. P., Renhe, I. R. T., Stringueta, P.C. (2009). Pigmentos Naturais Bioativos, Alimentos e Nutrição, Araraquara, 20(1), p.157-166.

Woo, K.K., Ngou, F.H., Ngo, L.S., Soong, W.K.; Tang, P.Y. (2011). Stability of betalain pigment from red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*). **American Journal of Food Technology**, 6, p. 140–148.

Wybraniec, S., Platzner, I., Geresh, S. et al. (2001). Betacyanins from vine cactus *Hylocereus polyrhizus*. **Phytochemistry**, 58, 1209–1212.

Yee, L. P., Wah, C. S. (2017). Application of red pitaya powder as a natural food colourant in fruit pastille. **Jurnal Gizi Klinik Indonesia, Selangor**, 13(3), p.111-120.

•Zanella, W. C. (2014). Efeito da temperatura e do pH na estabilidade de corantes naturais utilizados em alimentos. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Alfenas, MG.

PATENTES CITADAS:

CN100417698C (2006). Method for extracting water-soluble natural red colouring matter from red core dragon fruit.

CN103160139A (2011). Extraction method for natural pigment.

CN103602096A (2013). Method for extracting red pigment of pitaya.

CN103952011A (2014). Method used for preparing beet red color with high color value from dragon fruit.

CN103980730A (2014). Preparation method for high-purity pitaya pigment.

CN105421111A (2015). Process of printing and dyeing animal skin with pitaya juice.

CN106009763 (2016). Method for extracting natural red pigment from pitaya and application thereof.

CN108324606 (2017). A kind of stems of dragon fruits extract and its preparation method and application.

KR20110115127A (2009). Natural colorant and methods thereof.

US9028891B2 (2009). Natural colorant and methods thereof.



Desafios e estratégias para o aumento da rentabilidade na cultura da pitaia: melhoramento e cultivo na entressafra

Milena Maria Tomaz de Oliveira*¹ e Noemi Tel-Zur*¹

Resumo

As espécies do gênero *Hylocereus*, conhecidas como pitaia ou dragon fruit, têm conquistado um amplo espaço no agronegócio nas últimas duas décadas. A pitaia é uma cultura perene, de dias longos, dependente do fotoperíodo, que floresce e dá frutos de elevado valor agregado onde as condições geográficas possibilitam uma duração do dia de aproximadamente 12 h. Para melhorar a viabilidade da cultura da pitaia e atender às demandas do mercado, o incentivo à pesquisa é essencial, especialmente no que se refere ao melhoramento e à produção de frutos durante o período de entressafra. A utilização do melhoramento como ferramenta para obtenção de frutos tanto na safra quanto na entressafra, é uma realidade em Israel. O programa de melhoramento e seleção israelense possui um dos maiores bancos de germoplasma da cultura, que inclui mais de 200 genótipos de 10 espécies de *Hylocereus* taxonomicamente identificados. Cruzamentos interespecíficos homo- e interploideais resultaram em híbridos superiores. Cultivares elite, que produzem tanto na safra quanto na entressafra, são utilizados por produtores, no País. As mesmas apresentam qualidade dos frutos superior, alto rendimento e longevidade pós-colheita, comprovados. O papel do fotoperíodo e da temperatura na indução do florescimento em pitaia, ainda não está claramente compreendido. O uso de técnicas para o cultivo na entressafra, tais como o uso de reguladores de crescimento, quebra da noite ou prolongamento do dia para a produção no inverno, são relatados na literatura, porém, essencialmente em países asiáticos. Entretanto, o Brasil oferece condições favoráveis ao cultivo e exportação no período de entressafra, especialmente a região Nordeste. Assim, o uso de tecnologias que favoreçam o cultivo na entressafra, merecem ser investigadas. A presente revisão coloca em evidência os principais desafios e estratégias do melhoramento genético e do cultivo na entressafra, a fim de otimizar a viabilidade da cultura da pitaia.

Palavras-chave: *Hylocereus* sp. Cultivares. Fruta do dragão. Indução floral. Fotoperíodo.

¹ Researcher of French Associates Institute for Agriculture and Biotechnology of Drylands, The Jacob Blaustein Institutes for Desert Research, Ben-Gurion University of the Negev, Sede Boqer 8499000, Israel

Introdução

As espécies de *Hylocereus*, conhecidas como pitaya ou fruta do dragão, são cactos endêmicos das Américas que apresentam floração noturna. As espécies de *Hylocereus* têm crescido consideravelmente ao longo dos últimos anos (OLIVEIRA et al., 2020), tendo gradativamente alcançando o mercado de frutas exóticas.

As espécies de *Hylocereus* produzem frutos grandes, atraentes e comestíveis, muito valorizados em termos comerciais, resultando em altos preços pagos por quilo de fruta fresca. As frutas possuem alto valor nutricional, devido às quantidades significativas de compostos antioxidantes como fenólicos, betalaínas, além de vitaminas como B, C e E e minerais, como ferro, cobre e zinco (OLIVEIRA et al., 2021a; SIM CHOO; KHING YONG, 2011), o que torna a pitaya uma “*super fruta*”.

Como as informações sobre as espécies de *Hylocereus* eram extremamente limitadas há três décadas, a maior parte das investigações iniciais sobre essa cultura em termos de biologia da planta e tecnologia de produção vem da década de 1980, em Israel (MIZRAHI, 2014), onde foi estabelecida uma coleção de espécies de *Hylocereus* taxonomicamente identificadas, permitindo maior progresso deste grupo de plantas para cultivo rentável em zonas semiáridas e áridas (Tel-Zur, 2017). Desde então, esforços contínuos para a melhoria do manejo da cultura, em todo o mundo, têm permitido o sucesso de cultivos comerciais de espécies de *Hylocereus*, aumentando dia a dia a área plantada em diversos países (GOENAGA; MARRERO; PÉREZ, 2020). No entanto, para atender as demandas de mercado, exigente em termos de quantidade e qualidade dos frutos, juntamente com a produtividade estendida durante a entressafra, são essenciais na cultura da pitaya.

Para beneficiar o mercado da pitaya, a solução pode vir de duas estratégias: i) melhoramento e seleção de materiais para o cultivo na entressafra, que apresentem diferentes épocas de florescimento e amadurecimento dos frutos (MIZRAHI, 2014) e ii) uso de métodos para regulação da floração e produção na entressafra (JIANG et al., 2011, 2012).

A seleção de materiais de espécies de *Hylocereus* para o cultivo na entressafra é uma realidade em Israel. O País possui frutos no mercado quase o ano todo. Diversas cultivares de inverno, com alta qualidade de frutos, alta produtividade e prolongada vida útil pós-colheita foram liberadas para os produtores locais.

Além de Israel, países como Vietnã, Taiwan, Tailândia, Indonésia, Filipinas, China, Austrália, Colômbia, Nicarágua, México e Brasil cultivam comercialmente a pitaya. No entanto, até

o momento, apenas os países da Ásia têm demonstrado esforço e investimento em tecnologia para produção na entressafra.

Entre os países da América do Sul, o Brasil oferece condições favoráveis para comercialização e exportação na entressafra. No Brasil, a área plantada da cultura da pitaya aumentou consideravelmente. Especula-se que, atualmente, a área plantada com cultura pitaya no País, seja superior a 3.500 ha. Entre 2009 a 2018, o volume comercializado aumentou cerca de 820% (PIO; RODRIGUES; SILVA, 2020). O País possui cinco Regiões principais com cultivo especializado da pitaya. A região Sudeste, com a maior produção nacional; o Sul, a segunda maior região produtiva, seguido pelo Norte, Centro-Oeste e Nordeste (CONAB, 2020). As duas principais regiões produtoras acima e parte da região Centro-Oeste não possuem condições regionais viáveis para floração na entressafra, pois enfrentam invernos com temperaturas abaixo de 18°C por um longo período. Assim, com exceção da região Norte, que está próxima à linha do Equador, a região Nordeste possui condições potenciais para o cultivo exclusivo na entressafra. No entanto, investimentos em pesquisa e desenvolvimento científicos são necessários.

Assim, tendo em vista o aumento na rentabilidade da cultura da pitaya, o melhoramento genético e a aplicação de inovação tecnológica para a entressafra na pitaya são duas grandes áreas para se avançar em termos de futuras investigações.

1. Melhoramento como ferramenta para o aumento na rentabilidade na cultura da pitaya

Para melhorar as características e rendimentos da pitaya, um programa de melhoramento foi iniciado há três décadas na Ben-Gurion University of the Negev em Israel. Foram realizados cruzamentos iniciais entre pitayas vermelhas, resultando em vários híbridos melhorados, alguns deles liberados para produtores locais. O segundo ciclo de cruzamentos foi realizado com pitayas vermelhas e amarelas, que produzem híbridos semi-férteis com excelente qualidade de frutos, como o S-75, liberado aos produtores para cultivo. O ciclo de cruzamento seguinte incluiu um primeiro retrocruzamento [(BC₁): S-75 x *H. monacanthus* ou *H. megalanthus*], um cruzamento entre S-75 e *H. undatus*, e autofecundação. Um total de 109 híbridos foram estudados. Foram avaliadas as características dos frutos, incluindo cor da casca e polpa, formato do fruto, rendimento potencial e autocompatibilidade. Os híbridos resultantes mostraram variedade na cor da casca, que variava de rosa escuro, vermelho, roxo ou amarelo, e a cor da polpa variou de branco e roxo claro a roxo. Cerca de 19% dos híbridos eram tetraplóides e autocompatíveis. A comparação entre os híbridos e as linhagens parentais indicou que a co-dominância foi observada na maioria das características

estudadas. Vários dos supostos híbridos resultantes do cruzamento entre S-75 como genitor feminino e *H. undatus* como genitor masculino, apresentaram os melhores desempenhos em termos de qualidade dos frutos e rendimentos potenciais. Esses híbridos estão, atualmente, sendo avaliados em diversos pomares comerciais em Israel.

Como diferentes clones florescem e amadurecem em épocas diferentes, é possível cultivar pitaya em Israel durante todo o ano (MIZRAHI, 2014). Durante safra regular (verão – junho a setembro), os produtores israelenses produzem os híbridos diplóides de verão chamados, 'Omer', 'Venus' e 'Nili'; durante a entressafra, os produtores produzem o híbrido triplóide (S-75) (*H. monacanthus* x *H. megalanthus*) ou os híbridos tetraplóides (S-75 x *H. undatus*), no outono ou início do inverno (novembro e dezembro), respectivamente, possibilitando assim um período de comercialização prolongado, no País (TEL-ZUR, 2017).

2. Estratégias para melhorar o cultivo na entressafra da pitaya

O agronegócio da cultura da pitaya tem crescido nas últimas duas décadas. De pequenos produtores a grandes investidores, esforços para melhorar a rentabilidade na cultura da pitaya têm sido feitos para atender o mercado de frutas frescas, processamento, exportação e outras oportunidades de mercado.

A pitaya é uma cultura perene de dias longos, fotodependente, que floresce e frutifica de maneira ideal onde a condição geográfica tem duração crítica de aproximadamente 12 horas (JIANG, 2020; JIANG et al., 2012; NOBEL, 2002).

Entre os principais fatores que afetam o desenvolvimento dos botões florais e a floração da pitaya estão a idade da parte aérea, reguladores de crescimento, temperatura, fotoperíodo e radiação solar (JIANG et al., 2012; KHAIMOV; MIZRAHI, 2006). As pitayas apresentam flores grandes (até 30 cm) com perianto externo verde (ou amarelo-esverdeado) e o perianto interno branco. A abertura floral é noturna devido ao metabolismo CAM. As pitayas tendem a florescer em ciclos, cujo número de episódios de floração varia de acordo com a cultivar. Alguns clones florescem duas vezes por estação resultando em dois ciclos de amadurecimento (MIZRAHI, 2014). Os períodos entre o aparecimento dos botões florais (levantamento da aréola) e a floração (fase 1), e entre a antese e a colheita (fase 2) são muito curtos: cerca de 15 a 20 dias para a primeira fase e 30 dias para a segunda fase (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006). No entanto, os dados disponíveis sobre a biologia

reprodutiva e fenologia dessas espécies, para todas as novas variedades disponíveis, ainda não são claros, especialmente no Brasil.

No hemisfério sul, as espécies de *Hylocereus* florescem de novembro a abril e no hemisfério norte de maio a outubro. Este fato cria um problema de mercado. Na época da safra regular, o alto rendimento faz com que os produtores enfrentem preços baixos, enquanto na entressafra os preços são altos. Assim, a consistência da oferta é um desafio de suma importância a ser superado para a alta rentabilidade no cultivo da pitaya.

Além da duração do dia, a temperatura é sugerida como fator essencial para o controle do florescimento da pitaya (JIANG et al., 2016; KHAIMOV; MIZRAHI, 2006). A temperatura é um aspecto chave para as espécies de *Hylocereus*, particularmente as temperaturas noturnas quando existe interesse de cultivo na entressafra. As temperaturas ótimas regionais para a pitaya variam entre 20 e 30°C (NOBEL; LA BARRERA, 2004). Altas temperaturas podem afetar a fisiologia, bioquímica e molecular de *Hylocereus* sp. (OLIVEIRA et al., 2020, 2021b), assim como o estresse por frio (WANG et al., 2018). Altas temperaturas inibem a floração na pitaya em Israel. Após cinco anos de plantio, Nerd et al. (2002) relataram produtividade máxima de 34 t ha⁻¹ para plantas cultivadas na costa do País, onde as altas temperaturas do verão (máxima média no verão) são de cerca de 32°C, enquanto que em Arava Valley, região de vale, próxima ao mar morto, onde as altas temperaturas do verão (máxima média) são superiores a 40°C, os autores relataram uma produção de apenas 5 t ha⁻¹, como consequência do crescimento vegetativo lento e prejuízos à floração. Nerd et al. (2002) também observaram que temperaturas médias de 39°C reduziram o número de flores de *H. undatus* de 15 a 20% em Israel. As altas temperaturas fazem com que a absorção líquida diária de CO₂ seja reduzida ou negativa (RAVEH; GERSANI; NOBEL, 1995). Dessa forma, a baixa taxa de produção de fotoassimilados ajuda a explicar a taxa de crescimento lento, a baixa frutificação e, conseqüentemente, a baixa produtividade, encontrada na região de vale em Israel.

Até o momento, o uso de manipulações que visam o florescimento e produção da cultura da pitaya na entressafra tem sido pouco explorada, no entanto, países como Israel, Taiwan e Vietnã tem investido em pesquisas (JIANG et al., 2012; KHAIMOV; MIZRAHI, 2006; NGUYEN et al., 2021) e recentemente, em Angola, África (LINO, 2021, com. pess.). Até o momento, nenhuma investigação de base científica quanto a produção da cultura da pitaya na entressafra no Brasil, especialmente na região Nordeste, foi realizada.

O Nordeste do Brasil está localizado a 01° 02' 30" de latitude norte e 18° 20' 07" de latitude sul. As temperaturas médias anuais estão entre 20° e 28° C, favorecendo a produção de pitaya durante todo o ano. O clima tropical semiárido predomina no Nordeste, com duas estações definidas, seca

(inverno) e chuvosa (verão). No verão (coincidindo com a safra regular e, com exceção da região Norte, cuja produção ocorre o ano todo devido à proximidade com a linha do Equador), chove ≈ 1000 mm, dependendo do Estado devido à influência das massas de ar continental equatorial e atlântica. No inverno (coincidindo com a entressafra), o principal fator benéfico para a produção de pitaya em escala comercial são as temperaturas amenas, diferentemente das regiões Sul e Sudeste, que nessa mesma época podem enfrentar temperaturas abaixo de 18°C . Assim, o Nordeste do Brasil apresenta oportunidades de negócios para o mercado interno de pitaya, exportando pitaya para o Sul e Sudeste, na entressafra. Portanto, são necessárias pesquisas sobre métodos de manipulação para cultivos de entressafra, visando a melhoria econômica da Região.

Para a indução da floração na entressafra, os principais métodos relatados são: manipulação de radiação (KHAIMOV; MIZRAHI, 2006), desbaste de flores (KHAIMOV; MIZRAHI, 2006), aplicação de reguladores de crescimento (KHAIMOV; MIZRAHI, 2006) e utilização da luz fotoperiódica (CHU; CHANG, 2020; JIANG, 2020; JIANG et al., 2012).

Manipulação de radiação solar

Relata-se que alta ou baixa intensidade de luz diminui a floração e a produtividade da pitaya (OLIVEIRA et al., 2021a; RAVEH; NERD; MIZRAHI, 1998). Em Israel, o sombreamento não afetou a floração na entressafra em *Hylocereus undatus* e *H. megalanthus*, no entanto, 60% de luz solar favoreceu os melhores índices de pegamento de flores para *H. undatus* e 60% ou 40% de luz solar para *H. megalanthus* (KHAIMOV; MIZRAHI, 2006). Esses resultados corroboram com os obtidos por Oliveira et al. (2021a) no Nordeste do Brasil, para o qual *Hylocereus costaricensis* sob 35 e 50% de sombreamento, em comparação com o cultivo local a pleno sol, proporcionou os melhores índices de pegamento de flores e concomitante produtividade, mostrando precocidade de produção (em termos do primeiro ano de produção).

Desbaste de flores

O desbaste de flores é utilizado para promover o florescimento na entressafra em figo-da-índia ou fruto da palma (Cactus pear; *Opuntia ficus-indica*), resultado do processo conhecido como “scozzolatura” (LIGUORI; INGLESE, 2015). Em Israel, a retirada de botões florais jovens retardou a floração em *H. undatus* e *H. megalanthus*, mostrando assim, colheita tardia (KHAIMOV; MIZRAHI, 2006).

Aplicação de reguladores de crescimento

Um grande número de produtos químicos relacionados à iniciação floral, incluindo Etefon (Ethrel™), uma mistura comercial de giberelinas (GA₄ e GA₇) com benzil adenina conhecida como Perlan™, paclobutrazol, hidrogenocianamida, 2-etileno cloridrina, KNO₃ e CaCl₂ também aparecem na literatura, mas não promoveram floração na entressafra em pitaya em Israel (KHAIMOV; MIZRAHI, 2006). No País, a aplicação de reguladores de crescimento como [N-(2-cloro-4-piridinil)-N-fenilureia] (CPPU) antecipou o florescimento, por outro lado, o GA₃ atrasou o florescimento. Assim, os autores sugerem que o CPPU pode ser utilizado para promover o florescimento precoce em pitaya e o GA₃ para promover desbaste de flores e retardar o cultivo (KHAIMOV; MIZRAHI, 2006), porém, as respostas dependerão de diversos fatores, dentre eles o tipo de material e as condições locais.

Manipulação de luz fotoperiódica

O estímulo floral desempenha um papel central na conservação de energia e manutenção da produtividade durante a entressafra em pitaya (NGUYEN et al., 2021). Em Taiwan, Jiang et al. (2012) relataram que produzir pitaya vermelha (*Hylocereus* sp.) na entressafra é possível pela utilização do processo conhecido como “night breaking” ou quebra da noite com iluminação suplementar (lâmpadas fluorescentes brancas quentes), com duração variando com a estação de indução junto com a temperatura. Em Israel, verificou-se que a temperatura está diretamente relacionada ao fotoperíodo (KHAIMOV-ARMOZA et al., 2012), uma vez que a manipulação de dias longos não foi efetiva na floração (KHAIMOV-ARMOZA et al., 2012; KHAIMOV; MIZRAHI, 2006). No entanto, a temperatura ideal para o florescimento ainda não está clara, pois outros fatores, como variedade, estado nutricional e idade da planta, devem ser considerados. Tran et al. (2015) sugerem que a resposta à luz artificial pode depender da espécie/cultivar, região de cultivo e cor da polpa. No Vietnã, Nguyen et al. (2021) relataram que plantas de polpa branca são menos suscetíveis ao estímulo floral induzido pela luz do que plantas de polpa vermelha.

No Brasil, não há até o presente momento, indicação do tipo de lâmpada para indução floral na pitaya, assim como na maioria dos países que já possuem pesquisas voltadas para produção de pitaya na entressafra. Dentre outros fatores que causam debate sobre o uso da manipulação de luz fotoperiódica está o tipo de lâmpada, potência e duração a ser aplicada para cada cultivar. Além disso, é necessário um alto investimento inicial por hectare, sendo um desafio significativo para os produtores.

De maneira geral, existem quatro tipos de lâmpadas - a fluorescente, HQI (lâmpadas de vapor metálico ou iodeto metálico), HPS (vapor de sódio) e LED (diodos emissores de luz). Os HPS (vapor de sódio) e LEDs, apresentam coloração amarela a vermelha, com temperatura de cor Kelvin mais baixa ($\leq 3000\text{K}$), são recomendados para a fase de floração (baseado em informações para cultivo indoor; LOCONSOLE et al., 2019). Em Taiwan, lâmpadas incandescentes de 75W a 100W são amplamente utilizadas na entressafra em pitaya (TRAN; YEN; CHEN, 2015). No entanto, lâmpadas fluorescentes amarelas quentes (28W) também são relatadas (JIANG, 2020; JIANG et al., 2012).

No Vietnã, os produtores relatam o uso de lâmpadas para estimular a floração na entressafra, pois o País tem uma demanda maior durante o Ano Novo Lunar, um dos feriados mais importantes da cultura vietnamita, que geralmente cai no final da entressafra (NGUYEN et al., 2021). No Vietnã, são usadas lâmpadas incandescentes de 60W, no entanto, para economizar eletricidade, pesquisas sobre luz fluorescente compacta (CFL), 20W, para cultivo de pitaya na entressafra foram testadas versus lâmpadas incandescentes. Os resultados mostraram que o CFL foi ineficiente em estimular o florescimento na entressafra em ambas as cultivares de pitaya testadas (polpa branca e polpa vermelha). Os autores mostram que os espectros de emissão do CFL não são consistentes com os espectros de adsorção dos fitocromos, cuja transformação é responsável pelo processo de floração. Apenas alguns indicadores de crescimento (por exemplo, número de hastes florais, número de botões, número de frutos por planta) e produção de frutos mostraram efeitos positivos com o uso de 20W CFL.

Em Angola, na costa oeste da África, o cultivo na entressafra da pitaya tem se desenvolvido de forma relativamente nova, com base no cultivo asiático. No entanto, para reduzir o custo com energia elétrica, os produtores utilizam lâmpadas LED vermelhas de 15-22W, baseadas no uso de energia fotovoltaica e cultivos de alta densidade (LINO, 2021, Com. pess.).

Assim, a produção e comercialização de pitaya através de cultivos na entressafra é possível. No Brasil, porém, estudos técnicos a respeito do potencial produtivo da pitaya na entressafra, ainda não foram definidos cientificamente e constituem-se em limitações ao desenvolvimento e ao aumento da produção da cultura no País.

Dentre os fatores a serem considerados estão o tipo de manipulação e fatores associados como duração e tipo da luz, concentração em caso de uso de reguladores de crescimento, fotoperíodo, temperatura, cultivar, fenologia, idade da planta e estado nutricional.

Para melhorar a rentabilidade da pitaya e atender às demandas do mercado, pesquisas sobre melhoramento e produção na entressafra são desafios científicos imperativos.

Capítulo 11• Desafios e estratégias para o aumento da rentabilidade na cultura da pitaia: melhoramento e cultivo na entressafra

Agradecimentos

As autoras agradecem ao comitê do III Encontro Nacional dos Produtores de Pitaia e à Ben-Gurion University of the Negev, Israel.

Referências

CHU, Yu-Chun; CHANG, Jer-Chia. Regulation of floral bud development and emergence by ambient temperature under a long-day photoperiod in white-fleshed pitaya (*Hylocereus undatus*). **Scientia Horticulturae**, [S. l.], v. 271, p. 109479, 2020. DOI: 10.1016/j.scienta.2020.109479. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304423820303071>.

CONAB. CONAB. 2020. Disponível em: <http://dw.ceasa.gov.br/>. Acesso em: 29 dez. 2020.

GOENAGA, Ricardo; MARRERO, Angel; PÉREZ, Delvis. Yield and Fruit Quality Traits of Dragon Fruit Cultivars Grown in Puerto Rico. **HortTechnology**, [S. l.], v. 30, n. 6, p. 803–808, 2020. DOI: 10.21273/HORTTECH04699-20. Disponível em: <https://journals.ashs.org/horttech/view/journals/horttech/30/6/article-p803.xml>. Acesso em: 13 ago. 2021.

JIANG, Yi-Lu. Seasonal response of night-breaking on floral bud formation in red pitaya (*Hylocereus* sp.) in a noninductive period. **Scientia Horticulturae**, [S. l.], v. 270, p. 109420, 2020. DOI: 10.1016/j.scienta.2020.109420. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S030442382030248X>.

JIANG, Yi-Lu; LIAO, Yuan-Yin; LIN, Meng-Tzu; YANG, Wen-Ju. Bud Development in Response to Night-breaking Treatment in the Noninductive Period in Red Pitaya (*Hylocereus* sp.). **HortScience**, [S. l.], v. 51, n. 6, p. 690–696, 2016. DOI: 10.21273/HORTSCI.51.6.690. Disponível em: <https://journals.ashs.org/view/journals/hortsci/51/6/article-p690.xml>. Acesso em: 22 maio. 2021.

JIANG, Yi-Lu; LIAO, Yuan-Yin; LIN, Tzong-Shyan; LEE, Ching-Lung; YEN, Chung-Ruey; YANG, Wen-Ju. The Photoperiod-regulated Bud Formation of Red Pitaya (*Hylocereus* sp.). **HortScience**, [S. l.], v. 47, n. 8, p. 1063–1067, 2012. DOI: 10.21273/HORTSCI.47.8.1063. Disponível em: <https://journals.ashs.org/view/journals/hortsci/47/8/article-p1063.xml>.

JIANG, Yi-Lu; LIN, Tzong-Shyan; LEE, Ching-Lung; YEN, Chung-Ruey; YANG, Wen-Ju. Phenology, Canopy Composition, and Fruit Quality of Yellow Pitaya in Tropical Taiwan. **HortScience**, [S. l.], v. 46, n. 11, p. 1497–1502, 2011. DOI: 10.21273/HORTSCI.46.11.1497. Disponível em: <https://journals.ashs.org/view/journals/hortsci/46/11/article-p1497.xml>.

KHAIMOV-ARMOZA, Anna; NOVÁK, Ondrej; STRNAD, Miroslav; MIZRAHI, Yosef. The role of endogenous cytokinins and environmental factors in flowering in the vine cactus *Hylocereus undatus*. **Israel Journal of Plant Sciences**, [S. l.], v. 60, n. 3, p. 371–383, 2012. DOI: 10.1560/IJPS.60.1.371.

KHAIMOV, A.; MIZRAHI, Y. Effects of day-length, radiation, flower thinning and growth regulators on flowering of the vine cacti *Hylocereus undatus* and *Selenicereus megalanthus*. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, [S. l.], v. 81, n. 3, p. 465–470, 2006. DOI: 10.1080/14620316.2006.11512089. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14620316.2006.11512089>.

LE BELLEC, Fabrice; VAILLANT, Fabrice; IMBERT, Eric. **Pitahaya (*Hylocereus* spp.): A new fruit crop, a market with a future** *Fruits* EDP Sciences, , 2006. DOI: 10.1051/fruits:2006021.

LIGUORI, G.; INGLESE, P. CACTUS PEAR (*O. FICUS-INDICA* (L.) MILL.) FRUIT PRODUCTION: ECOPHYSIOLOGY, ORCHARD AND FRESH-CUT FRUIT MANAGEMENT. *Acta Horticulturae*, [S. l.], v. 1067, n. 1067, p. 247–252, 2015. DOI: 10.17660/ActaHortic.2015.1067.34. Disponível em: https://www.actahort.org/books/1067/1067_34.htm. Acesso em: 4 abr. 2021.

LINO, Aldenício da Paixão. **Off-season in pitaya, Angola, Africa**. [s.l.: s.n.]

LOCONSOLE, Danilo; COCETTA, Giacomo; SANTORO, Piero; FERRANTE, Antonio. Optimization of LED Lighting and Quality Evaluation of Romaine Lettuce Grown in An Innovative Indoor Cultivation System. *Sustainability*, [S. l.], v. 11, n. 3, p. 841, 2019. DOI: 10.3390/su11030841. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/3/841/htm>. Acesso em: 25 ago. 2021.

MIZRAHI, Yosef. Vine-cacti pitayas: the new crops of the world. *Revista Brasileira de Fruticultura*, [S. l.], v. 36, n. 1, p. 124–138, 2014. DOI: 10.1590/0100-2945-452/13. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452014000100014&lng=en&tlng=en.

NERD, Avinoam; SITRIT, Yaron; KAUSHIK, Ram Avtar; MIZRAHI, Yosef. High summer temperatures inhibit flowering in vine pitaya crops (*Hylocereus* spp.). *Scientia Horticulturae*, [S. l.], v. 96, n. 1–4, p. 343–350, 2002. DOI: 10.1016/S0304-4238(02)00093-6. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304423802000936>. Acesso em: 8 jan. 2021.

NGUYEN, Quang Thach; NGO, Minh Dung; TRUONG, Thanh Hung; NGUYEN, Duy Chinh; NGUYEN, Minh Chau. Modified compact fluorescent lamps improve light-induced off-season floral stimulation in dragon fruit farming. *Food Science & Nutrition*, [S. l.], v. 9, n. 5, p. 2390–2401, 2021. DOI: 10.1002/fsn3.2088. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/fsn3.2088>. Acesso em: 22 ago. 2021.

NOBEL, Park S. **Cacti: biology and uses**. London, England: University of California Press, 2002.

NOBEL, PARK S.; LA BARRERA, ERICK DE. CO₂ uptake by the cultivated hemiepiphytic cactus, *Hylocereus undatus*. *Annals of Applied Biology*, [S. l.], v. 144, n. 1, p. 1–16, 2004. DOI: 10.1111/j.1744-7348.2004.tb00310.x. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1744-7348.2004.tb00310.x>. Acesso em: 19 set. 2019.

OLIVEIRA, Milena Maria Tomaz De; ALBANO-MACHADO, Francisca Gislene; PENHA, Daniela Melo; PINHO, Monique Mourão; NATALE, William; DE MIRANDA, Maria Raquel Alcântara; MOURA, Carlos Farley Herbster; ALVES, Ricardo Elesbão; DE MEDEIROS CORRÊA, Márcio Cleber. Shade improves growth, photosynthetic performance, production and postharvest quality in red pitahaya (*Hylocereus costaricensis*). *Scientia Horticulturae*, [S. l.], v. 286, p. 110217, 2021. a. DOI: 10.1016/j.scienta.2021.110217. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304423821003241>. Acesso em: 14 maio. 2021.

OLIVEIRA, Milena Maria Tomaz De; LU, Shuhua; ZURGIL, Udi; RAVEH, Eran; TEL-ZUR, Noemi. Grafting in *Hylocereus* (Cactaceae) as a tool for strengthening tolerance to high temperature stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, [S. l.], v. 160, p. 94–105, 2021. b. DOI: 10.1016/j.plaphy.2021.01.013. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33485151/>. Acesso em: 7 maio. 2021.

OLIVEIRA, Milena Maria Tomaz De; SHUHUA, Lu; KUMBHA, Divya Sravanthi; ZURGIL, Udi; RAVEH, Eran; TEL-ZUR, Noemi. Performance of *Hylocereus* (Cactaceae) species and interspecific hybrids under high-temperature stress. **Plant Physiology and Biochemistry**, [S. l.], v. 153, p. 30–39, 2020. DOI: 10.1016/j.plaphy.2020.04.044. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0981942820302138>. Acesso em: 7 jun. 2020.

PIO, Leila Aparecida Salles; RODRIGUES, Mariane Aparecida; SILVA, Fábio Oseias dos Reis. **O agronegócio da pitaya**. 1. ed. Lavras-MG. Disponível em: <https://oagronegociodapitaya.com/>. Acesso em: 29 dez. 2020.

RAVEH, Eran; GERSANI, Mordechai; NOBEL, Park S. CO₂ uptake and fluorescence responses for a shade-tolerant cactus *Hylocereus undatus* under current and doubled CO₂ concentrations. **Physiologia Plantarum**, [S. l.], v. 93, n. 3, p. 505–511, 1995. DOI: 10.1111/j.1399-3054.1995.tb06850.x. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1399-3054.1995.tb06850.x>.

RAVEH, Eran; NERD, Avinoam; MIZRAHI, Yosef. Responses of two hemiepiphytic fruit crop cacti to different degrees of shade. **Scientia Horticulturae**, [S. l.], v. 73, n. 2–3, p. 151–164, 1998. DOI: 10.1016/S0304-4238(97)00134-9. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304423897001349>.

SIM CHOO, Wee; KHING YONG, Wee. Antioxidant properties of two species of *Hylocereus* fruits. **Advances in Applied Science Research**, [S. l.], v. 2, n. 3, p. 418–425, 2011.

TEL-ZUR, N. Vine cacti (*Hylocereus* species): an emerging fruit crop. **Italus Hortus**, [S. l.], v. 24, n. 2, p. 19–24, 2017. DOI: 10.26353/j.itahort/2017.2.1924. Disponível em: http://www.soihs.it/public/43/Tel Zur_01.pdf.

TRAN, Dinh-ha; YEN, Chung-ruey; CHEN, Yu-kuang H. Flowering Response of a Red Pitaya Germplasm Collection to Lighting Addition. [S. l.], v. 9, n. 2, p. 175–179, 2015.

WANG, Li; ZHANG, Xue; CHEN, Weili; XIAO, Tujian; ZHAO, Xiaozhen; MA, Yuhua; HUANG, Xuming. Shading Reduced the Injury Caused by Winter Chill on Pitaya Plant. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, [S. l.], v. 47, n. 2, p. 470–477, 2018. DOI: 10.15835/nbha47111364.

Capítulo 12



Produção de Pitaia no Semiárido: a experiência do Instituto Nacional do Semiárido

Alysson Gomes de Lima*¹; Aldrin Martin Perez-Marin*²; Vanessa dos Santos Gomes*³

Resumo

O presente trabalho sistematiza a experiência inicial do Instituto Nacional do Semiárido com a cultura da pitaia. Desta forma, se relatam resultados parciais sobre: a) sistema de produção e propagação de mudas pela técnica de fracionamento; b) sistema de produção em pequena escala e c) relato sobre a ocorrência de pragas e doenças e seu respectivo manejo. Todos os trabalhos vêm sendo realizados na Estação Experimental do INSA. Em geral, temos verificado que: a) a técnica do fracionamento não interfere na propagação de novas mudas de pitaia; b) as variedades de pitaias de frutos de polpa vermelha produzidas apresentam maiores valores de biomassa seca tanto de parte aérea como das raízes, quando comparadas com mudas de pitaias da variedade de polpa branca; c) o crescimento médio diário do ápice dos cladódios de pitaia é da ordem de 1,8 a 2,0 cm por dia; d) através dessas observações, foi possível descobrir e relatar o primeiro registro da ocorrência de um inseto que causa danos severos em pitaias, principalmente em mudas produzidas e em plantas adultas já estabelecidas. O inseto pertence a ordem dos coleópteros e da família Curculionidae. A fase do inseto que causa danos severos é o estágio larval, onde a broca no desenvolver dos seus instares, devora vorazmente o mesófilo dos cladódios, abrindo galerias que facilitam a instalação de doenças de apodrecimento ou consumindo toda a massa fresca da região onde a broca se instala. Os resultados preliminares aqui apresentados reforçam a necessidade de aprofundamento e avaliações constantes da cultura no semiárido, pois aspectos ainda desconhecidos sobre nutrição, consórcios, fitossanidade e incidência de insetos/patógenos precisam ser elucidados com objetivo de tornar o cultivo de pitaias nessa região, uma atividade promissora e com problemas que apresentem soluções práticas e fáceis de exercer.

Palavras-chave: Cultivo. *Selenicereus costaricensis*. *Selenicereus undatus*. Nordeste brasileiro.

¹Pesquisador Bolsista PCI-CNPq, Núcleo de Desertificação e Agroecologia, Instituto Nacional do Semiárido.

²Pesquisador, Núcleo de Desertificação e Agroecologia, Instituto Nacional do Semiárido.

³Pesquisadora Contratada, Laboratório do Instituto Nacional do Semiárido, Fundação Parque Tecnológico da Paraíba.

Introdução

Atualmente, não apenas o Brasil, mas em boa parte do mundo, a pitaia se destaca dentre os vegetais da família *Cactaceae* de grande interesse para o cultivo, o que justifica a ocorrência nos últimos anos de diversas pesquisas e estudos sobre essa cultura, sobretudo em virtude da alta rentabilidade na comercialização de frutos *in natura* ou derivados processados para usos múltiplos (FERREIRA et al., 2021). O crescimento em áreas de cultivo no Brasil vem ganhando mais espaço à medida que o conhecimento sobre esta cultura vai sendo difundido. A maior produção e áreas de cultivos de pitaias em território nacional concentram-se nas regiões Sul e Sudeste (QUEIROGA et al., 2021), entretanto, embora as realidades climatológicas e geográficas sejam bem distintas das que ocorrem nestas regiões, a expansão de áreas de cultivo de pitaias na região Nordeste, em especial no Semiárido, demonstra que essa cultura pode se adaptar e ser produzida em uma variável faixa de condições bioclimáticas (NUNES et al., 2014).

Essa versatilidade da pitaia ocorre, pois, como tal, as cactáceas são plantas adaptadas e capazes de tolerar amplitudes climáticas, períodos de estiagem prolongados e solos de baixos teores de nutrientes e matéria orgânica (QUEIROGA et al., 2021). Esta família botânica apresenta, em sua maioria, plantas com modificações estruturais e fisiológicas que permite armazenar água, reduzir área foliar ou destituir-se de folhas, produção de ceras naturais em sua superfície e abertura noturna das células estomáticas para a absorção do dióxido de carbono (mecanismo fisiológico denominado metabolismo (CAM), que permite que as mesmas tolerem as variações ambientais no tempo e espaço.

Embora, o cultivo de pitaia no Brasil decorra na década 90, a partir da década de 2000, as espécies do gênero, como *Holycereus polyrhizus* e *Selenicereus setaceus*, começaram a ser cultivadas também em regiões de brejo de altitude no Estado da Paraíba (TORRES et al. 2009; NUNES et al. 2014). No nordeste, algumas espécies de pitaias estão sendo cultivadas na região da Chapada do Apodí, localizada entre os Estados do Ceará e do Rio Grande do Norte, onde o clima é semiárido, com temperatura média anual de 26°C a 28°C, com mínima de 22°C e máxima de 35°C (PEEL et al. 2007). A altitude média em cima da Chapada é em torno de 140m e a precipitação média anual é 720,5mm, registrando-se uma distribuição de chuvas muito irregulares (FUNCEME/IPECE, 2011; NUNES et al., 2014).

Dentro deste contexto, este capítulo tem como objetivo destacar a atuação do INSA (Instituto Nacional do Semiárido), que é uma Unidade de Pesquisa vinculada ao MCTI (Ministério de Ciência, Tecnologia e Informação) do Governo Federal, na realização de trabalhos e pesquisas com a propagação, produção e cultivo de variedades de pitaia buscando contribuir no incentivo e difusão do

cultivo de plantas xerófilas como alternativa inovadora na geração de renda e agroindústria para o Semiárido brasileiro.

Material e Método

O presente estudo foi conduzido entre Agosto a Novembro de 2020, nas instalações do Viveiro de Pesquisas e Produção de Mudanças, localizado na Estação Experimental Professor Ignácio Salcedo, no Instituto Nacional do Semiárido (INSA), sob as coordenadas geográficas 7°16'47"S; 35°58'34"W, situado no município de Campina Grande, estado da Paraíba, Brasil.

As matrizes de pitaia utilizadas para propagação no viveiro do INSA foram obtidas a partir de material genético vegetativo (cladódios) disponibilizado pela Embrapa Agrobiologia (Seropédica-RJ) no início do ano 2017, destinado ao Núcleo de Pesquisas em Desertificação e Agroecologia do INSA/MCTI. A partir de apenas 4 cladódios, três de *Selenicereus undatus* e um de *S. costaricensis* (figura 1-a), o viveiro do INSA passou a propagar essas variedades de pitaia (Figura 1-b), multiplicando-as em milhares de mudas (Figura 1-c) das quais algumas foram utilizadas na implantação de uma área de cultivo em ambiente protegido, com a finalidade da realização de pesquisas e avaliações bem como a formação de matrizes para manutenção e propagação.



FIGURA 1. Cladódios disponibilizados pela Embrapa Agrobiologia (Seropédica-RJ) no início do ano 2017 (a), que foram utilizados para propagação (b) e multiplicação de pitaia no viveiro (c) do INSA/MCTI.

Fonte: Dos autores, 2021.

Produção e propagação de mudas no viveiro do INSA

No trabalho de propagação de mudas no viveiro, é utilizado substrato simples, constituído de solo argiloso, solo arenoso e esterco animal, na proporção de 1:1:1. O volume dos sacos para as mudas variam de 500 e 1000 ml. Os sacos de mudas são organizados em canteiros onde é realizado o plantio de cladódios podados da área de cultivo e matrizeiro de pitaias ou do excedente retirado das mudas que estão desenvolvendo-se nos canteiros. Realiza-se a propagação das mudas principalmente por via vegetativa no viveiro.

Em relação aos estudos desenvolvidos com a propagação das mudas de pitaia, informações importantes como a técnica de fracionamento de cladódios, aspectos de desenvolvimento de mudas em função das variedades que são trabalhadas no viveiro e o manejo na aplicação de produtos fitossanitários e ocorrência de insetos que causam danos em mudas de pitaia, são constantemente observados e monitorados no viveiro do INSA. Em relação à metodologia dos estudos realizados no viveiro, para a avaliação do fracionamento do cladódio como uma alternativa na propagação de mudas, foi utilizado DIC com quatro tratamentos e 25 repetições (n=100) (Figura 2). Os tratamentos corresponderam: T1 – testemunha (cladódio inteiro padronizado em 30 cm); T2 – Cladódio fracionado em 1/2, ou seja, frações de 15 cm; T3 – Cladódio fracionado em 1/3, com frações de 10 cm e T4 – Cladódio fracionado em 1/4, com tamanhos de 7,5 cm. Os cladódios foram plantados em sacos para mudas com volume de um litro. O experimento teve duração total de 90 dias (novembro 2020 – fevereiro 2021), onde ao final, foram avaliados parâmetros de número total de brotações, tamanho dos cladódios brotados, biomassa verde e seca da parte aérea e massa seca das raízes. Os dados obtidos e analisados estão submetidos para publicação em artigo de revista da área.

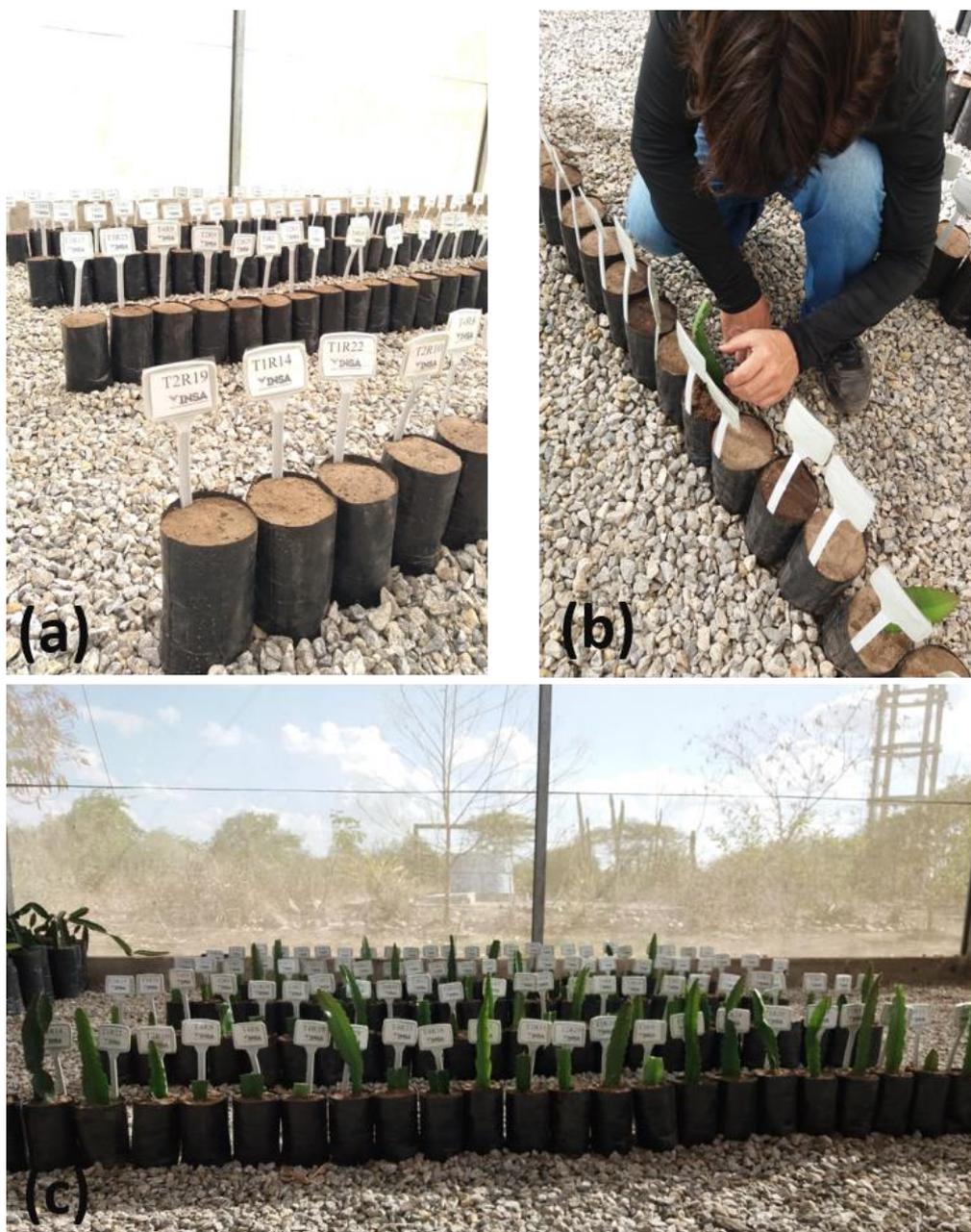


FIGURA 2. Implantação (a), plantio de cladódios (b) e monitoramento (c) de experimento para avaliação do fracionamento do cladódio como alternativa de propagação de mudas de pitaia (*Selenicereus* spp), desenvolvido na Estação Experimental do INSA, Campina Grande, PB, entre os meses de novembro de 2020 e fevereiro de 2021.

Fonte: Dos autores, 2021.

Outro estudo foi conduzido em escala de produção de mudas no viveiro do INSA, onde avaliou-se o desenvolvimento através da biomassa verde e seca da parte aérea e raízes de duas variedades de pitaia, sendo T1- *Selenicereus undatus* e T2- *S. costaricensis*. O estudo foi um DIC com dois tratamentos (variedade de pitaia) e 25 repetições (n=50). As mudas avaliadas foram produzidas a partir do plantio de cladódios diretamente em canteiros constituídos de horizonte

superficial de textura arenosa de solo classificado como Planossolo, coletado na Estação Experimental do INSA. O estudo teve duração de 3 meses, com implantação em maio de 2021 (Figura 3).



FIGURA 3. Detalhes dos canteiros de produção de mudas de pitaias das variedades de polpa vermelha e branca (a); amostras de mudas sendo processadas (b) para avaliação de biomassa verde e seca (c) para avaliar o desempenho no desenvolvimento de mudas destas variedades
Fonte: Dos autores, 2021.

Por fim, do início do no mês de agosto de 2021, está em andamento um experimento em DIC constituído por dois tratamentos, sendo T1 = raspagem de 5 cm a partir da base do cladódio e T2 = cladódio íntegro, com 25 repetições por tratamento (n=50), com duração de 90 dias. O objetivo é avaliar o desenvolvimento de mudas de pitaias de polpa vermelha (*S. costaricensis*) através da técnica de raspagem da base do cladódio na promoção do enraizamento e consequente estabelecimento das mudas e produção de biomassa (Figura 4).

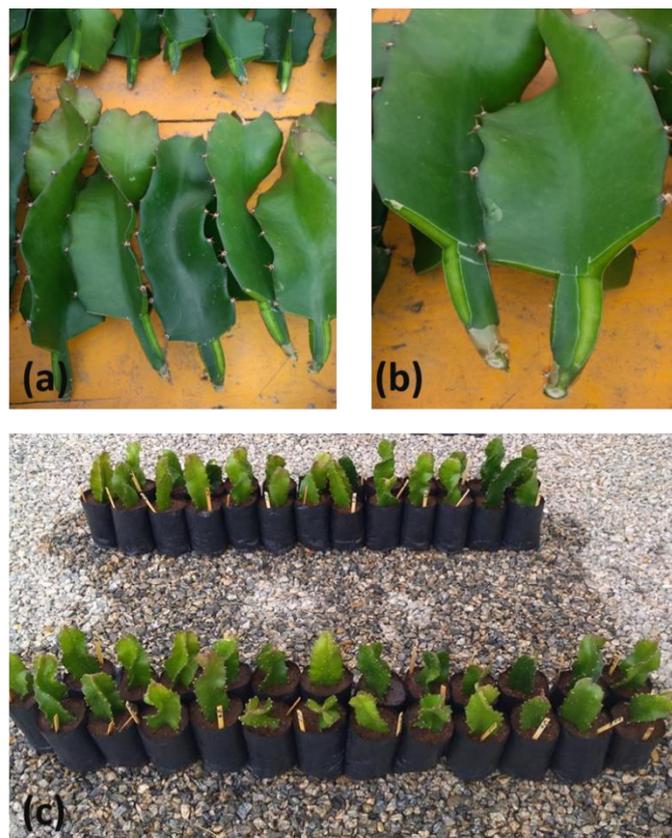


FIGURA 4. Cladódios com suas extremidades basais raspadas (a) em detalhe (b), utilizados para avaliar a influência da técnica no desenvolvimento de mudas de pitaia de polpa vermelha (c).
Fonte: Dos autores, 2021.

Área de cultivo de pitaia para pesquisas e matrizeiro

Em novembro de 2020, na Estação Experimental do INSA, implantou-se uma área para o cultivo de variedades de pitaias com frutos de polpa branca (*Selenicereus undatus*) e de polpa vermelha (*S. costaricensis*) com o objetivo de realizar estudos e pesquisas além de compor um matrizeiro para disponibilidade de propágulos. A área de cultivo apresenta de 350 m² de ambiente protegido com telado lateral e cobertura translúcida (Figura 5). O plantio foi realizado no sistema de palanques com diâmetro médio de 25 cm e altura de 2,0 m de madeira de Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*) arbórea típica no Nordeste e que apresenta boa resistência e durabilidade. Cada palanque foi montado com treliças e suportes feitos de borracha reutilizada de pneu para sustentar a copa das plantas de pitaia. O espaçamento de plantio utilizado foi 2 m x 2 m, constituindo de oito linhas de cultivo e nove palanques por linha, somando 72 palanques, nos quais foram plantadas duas mudas por palanque (Figura 5-a), totalizando 144 mudas de pitaias plantadas na área de cultivo para trabalhos e pesquisas. As mudas plantadas foram obtidas no viveiro do INSA, as quais fazem parte

da coleção incipiente de germoplasma de pitaias do núcleo de Desertificação e Agroecologia do INSA. Foram selecionadas mudas saudáveis e padronizadas em seu desenvolvimento e idade.

A orientação de plantio nos tutores foi no sentido Leste-Oeste (Figura 5-b). Logo após o plantio, todas as mudas foram amarradas com barbantes para facilitar no direcionamento ascendente do ramo principal, e no desenvolvimento e fixação das raízes adventícias nos tutores (Figura 5-c). O plantio das mudas foi realizado em berços 60 cm³, utilizando como substrato composto de solo coletado na estação experimental, retirado da camada superficial mineral classificado como planossolo, misturado ao esterco bovino, na proporção de 1:1. Em cada berço de plantio das mudas de pitaias, foi aplicada uma camada de 10 cm de cobertura morta (Figura 5-d) para melhorar na manutenção da umidade e melhoria das características do solo no estabelecimento das mudas de pitaia. pelo autor deste trabalho (b), detalhes das mudas amarradas aos palanques para orientar a condução do ramo principal (c) e berços de plantio com aplicação de cobertura morta na superfície(d).



FIGURA 5. Implantação da área de cultivo e matrizeiro de pitaias na Estação Experimental do INSA/MCTI. Disposição de duas mudas por palanque (a), instruções técnicas de plantio realizadas (b), amarragem das mudas aos tutores (c) e aplicação de cobertura morta na superfície (d).
Fonte: Dos autores, 2021.

Finalizado o plantio, imediatamente realizou-se rega manual com regadores em todos os berços, aplicando o volume de 10 litros de água por planta, com o objetivo de aumentar a rapidez e sucesso no estabelecimento das mudas de pitaia. Durante os três primeiros meses do plantio, a frequência de aplicação de regas foi duas vezes por semana e volume de 10 litros de água por

palanque. Após esse período, o estabelecimento das pitaias já era evidente e a aplicação de água diminuiu para 5 litros por planta/semana. Entretanto, no mês de agosto de 2021, o manejo de rega manual foi substituído por sistema de irrigação por gotejamento (Figura 6) utilizando emissores com vazão máxima de 2 l/h e bombeamento hidráulico (0,5 cv), mantendo a mesma frequência e disponibilidade de água para a planta (10 litros por palanque/semana = 5 litros por planta/semana). O volume total de água utilizado em 30 dias corresponde a três mil litros, diluídos em 750 litros aplicados por semana.

Os manejos realizados nas plantas correspondem principalmente às podas de condução, de limpeza, de formação de copa e indução vegetativa ou reprodutiva. A adubação utilizada nas plantas é de fonte orgânica, constituído de composto e esterco animal, com aplicação na fundação e a cada 3 meses, na quantidade de 10 litros de adubo por palanque. Para controle fitossanitário é realizada a aplicação de solução obtida a partir de material pirolenhoso e detergente neutro aplicado uma vez por semana no final da tarde. Para controle e monitoramento de insetos se faz uso de armadilhas adesivas e atrativas.

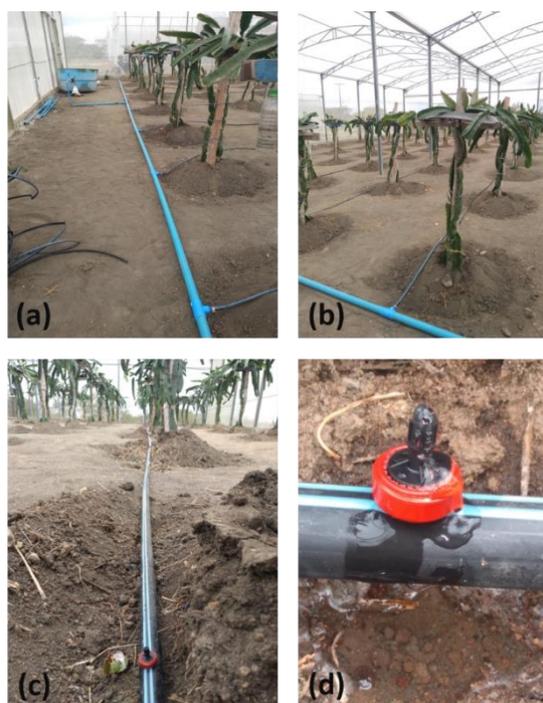


FIGURA 6. Sistema de irrigação por gotejamento instalado em agosto de 2021 na área de cultivo e matizeiro de pitaia da Estação Experimental do INSA/MCTI.
Fonte: Dos autores, 2021.

Resultados

Produção e propagação de mudas no viveiro do INSA

Testes de fracionamento de cladódio na propagação de mudas de *Selenicereus* spp.

Resultados preliminares do estudo que avaliou a produção e desenvolvimento de mudas de pitaia obtidas pelo método de fracionamento do cladódio são apresentados na tabela 1. Observa-se que o fracionamento não interferiu na propagação de novas mudas de pitaia, considerando que o número de novos cladódios brotados (NB) não apresentou diferenças entre os tratamentos durante o período do estudo. Entretanto, outros parâmetros avaliados sofreram influência do fracionamento dos cladódios. Para a variável tamanho de cladódios brotados (TC) os tratamentos T1 e T2 foram significativos ($p < 0,05$) apresentando os maiores tamanhos de cladódios novos formados e os tratamentos T3 e T4 com os menores tamanhos de novos cladódios formados (Figura 7-a). A biomassa seca da parte aérea (MSA) das mudas estudadas apresentou influência ($p < 0,01$) do fracionamento demonstrando que o tamanho das frações guarda relação direta com a biomassa produzida e acumulada nas novas mudas. Em relação a biomassa seca das raízes (MSR) nas mudas avaliadas, verificou-se que o fracionamento do cladódio só reduziu significativamente ($p < 0,01$) a biomassa radicular em novas mudas a partir de cladódios menores que 10 cm de tamanhos (Figura 7-b), demonstrando que não é interessante reduzir demais o tamanho das frações na propagação de mudas de pitaias, ainda que a técnica do fracionamento, neste estudo, não interfere na formação de brotação novas.

TABELA 1. Resultados preliminares de número de brotações (NB), tamanho do cladódio (TC), biomassa seca da parte aérea (MSA) e das raízes (MSR) técnica do fracionamento de cladódios de pitaia (*Selenicereus* spp.) como alternativa na propagação e desenvolvimento de novas mudas em viveiro. Os resultados expressam o estudo com duração de 90 dias.

TRATAMENTOS	NBns (brots)	TC** (cm)	MSA* (g)	MSR* (g)
Testemunha (30 cm)	1,41 a	15,02 a	6,62 a	4,27 a
T2 (15 cm)	1,39 a	15,67 a	5,25 b	4,66 a
T3 (10 cm)	0,9 a	10,64 ab	2,5 c	1,36 b
T4 (7,5 cm)	1,0 a	8,83 b	2,27 c	0,85 b

Fonte: Dos autores, 2021.

Letras iguais na mesma coluna indica teste não significativo; letras iguais dentro da mesma coluna indicam significância dos testes aplicados. *Significância de 5%. **Significância de 1% de probabilidade.

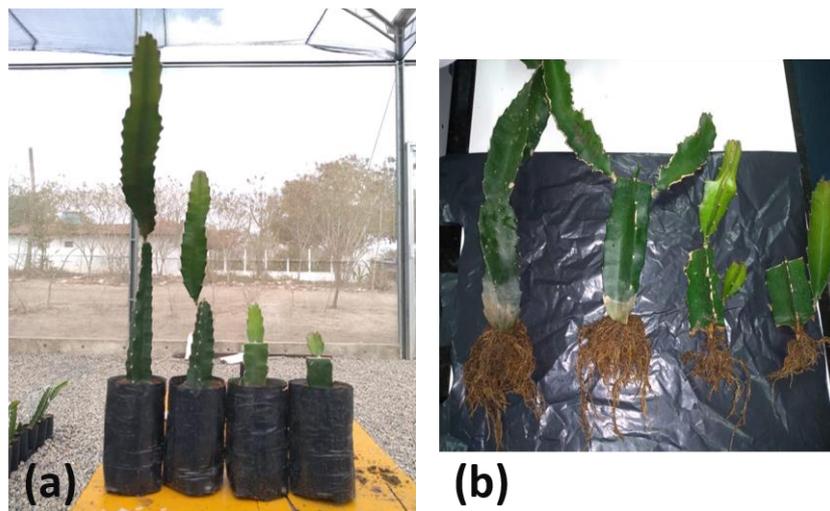


FIGURA 7. Detalhes de mudas de pitaia apresentando os resultados no desenvolvimento da parte aérea **(a)** e radicular **(b)** em cladódios fracionados.

Fonte: Dos autores, 2021.

Avaliação de biomassa aérea e radicular em mudas de pitaias das variedades com frutos de polpa branca (*Selenicereus undatus*) e de polpa vermelha (*S. costaricensis*)

Nesse trabalho, avaliou-se o desenvolvimento de duas variedades de pitaia através de dados da biomassa verde e seca da parte aérea e raízes. O estudo tem origem na observação do pesquisador, ao perceber diferença no tempo em que as pitaias da espécie *Selenicereus undatus* estavam demorando o seu desenvolvimento em comparação a espécie *Selenicereus costaricensis*. O manejo com as mudas permitiu notar as diferenças entre as variedades, sobretudo em relação a produção de raízes e brotações da parte aérea (Figura 8-b). Os dados avaliados nesse estudo são apresentados de forma preliminar na Figura 8, focando nos resultados apenas de biomassa seca aérea e das raízes.

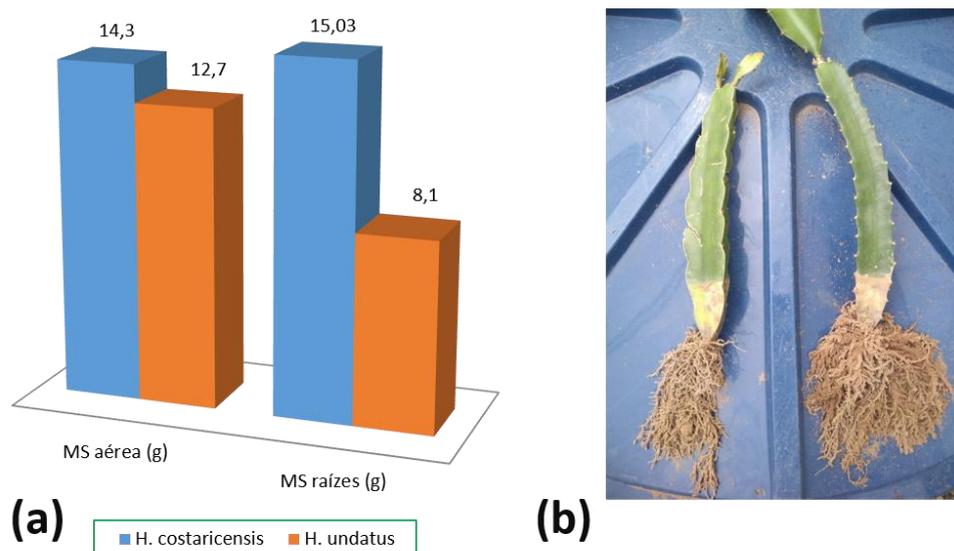


FIGURA 8. Análise de biomassa seca da parte aéreas e de raízes em mudas de duas variedades de pitaia *S. costaricensis* e *S. undatus* (a), exemplares de mudas de pitaias de polpa vermelha e polpa branca respectivamente, avaliadas no estudo (b).

Fonte: Dos autores, 2021.

Observa-se que a variedade de pitaias de frutos de polpa vermelha produzidas no viveiro do INSA/MCTI apresentam maiores valores de biomassa seca tanto de parte aérea como das raízes, quando comparadas com mudas de pitaias da variedade de polpa branca. Em relação a biomassa seca da parte aérea, a variedade *S. costaricensis* apresenta em média 11,2% mais matéria seca que *S. undatus*, considerando o peso seco médio de 14,3 g e 12,7 g respectivamente (Figura 8-a). A biomassa seca de raízes também foi maior em mudas da variedade de polpa vermelha, porém expressivamente maior, representando 46,1% a mais de massa seca de raízes, considerando os pesos obtidos de 15,03 g para mudas de pitaia de polpa vermelha e 8,1 g para as de polpa branca, respectivamente (Figura 8-b).

Avaliação preliminar de observações do desenvolvimento de mudas de pitaias de polpa vermelha através da técnica de raspagem da base do cladódio

Esse estudo pretende avaliar se a raspagem do mesófilo do cladódio realizada a 5 cm da sua base pode influenciar no aspecto do enraizamento e conseqüentemente no desenvolvimento de novas mudas de pitaias de polpa vermelha cultivadas no viveiro do INSA. O estudo é realizado em DIC, com 2 tratamentos (com ou sem a raspagem do mesófilo) e 25 repetições por tratamento (n=50). A

pesquisa encontra-se em andamento e os dados estão sendo coletados para análises em um período de 90 dias, tempo de duração do experimento. Na figura 9 é possível ver os detalhes de brotações desenvolvendo-se após 20 dias decorridos do plantio dos cladódios.



FIGURA 9. Desenvolvimento de cladódios, em destaque, após 20 dias do plantio das mudas no experimento.

Fonte: Dos autores, 2021

Resultados de estudos e observações preliminares da área de cultivo de pitaia para pesquisas e matrizeiro do INSA/MCTI

No mês de março de 2021, com apenas cinco meses após a implantação da área de cultivo para estudos e formação das matrizes de pitaias do INSA, alguns exemplares iniciaram a formação e desenvolvimento de botões florais. A partir de então, outras pitaias cultivadas na área começaram a formar botões florais, resultando numa pequena safra inicial, com dados apresentados na tabela 2. O primeiro período de floração e frutificação ocorreu entre os meses de março a julho de 2021, quando foi colhido o último fruto produzido. Todos os frutos formados nesse primeiro ciclo ocorreram em plantas de pitaias da variedade de polpa vermelha (*Selenicereus costaricensis*), corroborando com os estudos de produção de mudas realizados no viveiro do INSA e que apontam o desenvolvimento desta variedade como mais rápida em relação a pitaia de polpa branca (*S. undatus*). Durante o período de monitoramento e avaliação, nenhuma pitaia de polpa branca apresentou formação de botões florais.

TABELA 2. Avaliação preliminar dos primeiros resultados obtidos para produção inicial de frutos

Número de plantas com frutos	12
Quantidade de frutos	18
Abortamento de frutos	3
Peso médio dos frutos (g)	300

Fonte: Dos autores, 2021.

O acompanhamento no crescimento do tamanho de cladódios durante a condução ascendente deste para a conformação das copas foi avaliado em 25 plantas de pitaia, diariamente em período de 10 dias. Nesse estudo preliminar, observou-se que as pitaias promovem o crescimento médio diário do ápice do cladódio na ordem de 1,8 a 2,0 cm por dia (Figura 10), no intervalo de tempo monitorado e nas condições do plantio realizado na área de cultivo de pitaias do cultivo da Estação Experimental do INSA/MCTI.

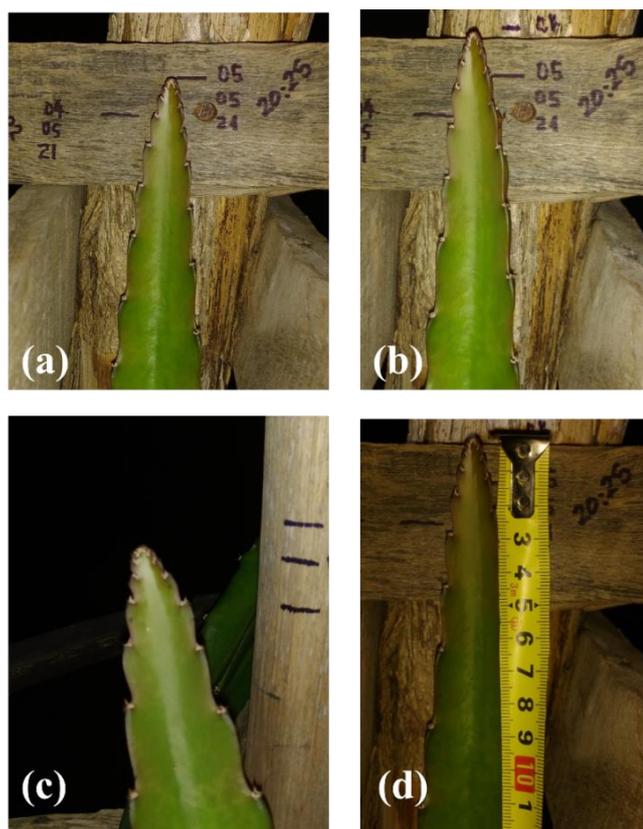


FIGURA 10. Marcações de avaliação diária, no intervalo de 10 dias, do crescimento de cladódios conduzidos como ramo principal durante a condução para formação de copa em plantas de pitaia da área de cultivo da Estação Experimental do INSA.

Fonte: Dos autores, 2021

Primeiro registro de broca da Pitaia (Coleoptera: Curculionidae) sobre espécies de *Selenicereus undatus* e *S. costarisensis* no Semiárido do Brasil

Em se tratando de aspectos fitossanitários das áreas de produção de mudas e cultivo de pitaias do INSA/MCTI, trabalhos de identificação de insetos e doenças que causam danos às plantas de pitaia estão sendo realizados continuamente. Através dessas observações, foi possível descobrir e relatar o primeiro registro da ocorrência de um inseto que causa danos severos em pitaias, principalmente em mudas produzidas e em plantas adultas já estabelecidas (Figura 11). Essas informações estão compondo uma nota científica preliminar e outros estudos científicos. O inseto pertence à Ordem Coleoptera e família Curculionidae. A fase do inseto que causa danos severos é o estágio larval, onde a broca no desenvolver dos seus instares, devora vorazmente o mesófilo dos cladódios (Figura 11-a, b), abrindo galerias que facilitam a instalação de doenças de apodrecimento ou consumindo toda a massa fresca da região onde a broca se instala (Figura 11-c, d). Após consumir o mesófilo e se encapsular no interior do cladódio formando uma pupa a partir das fibras extraídas dos feixes vasculares do cladódio de pitaia (Figura 11-e), a larva passa por metamorfose (Figura 11-f) a qual originam os insetos adultos, que ao eclodirem de suas pupas (Figura 11-g), iniciam sua biologia trófica (Figura 11-h) e reprodutiva dentro do pitaial (Figura 11-i).

O inseto adulto tem hábito noturno, passa o dia escondido no solo, em frestas de palanques e entre os espaços formados na disposição dos sacos de mudas em canteiros. Alimentam-se de pequenas porções do cladódio utilizando seu aparelho bucal alongado em forma de bico, geralmente nas porções superiores e basais, causando a abertura de pequenos orifícios circulares nos cladódios (Figura 11-i). A fêmea adulta deste inseto realiza a postura de um único ovo por cladódio, depositando-o sob um orifício formado pelo aparelho bucal do inseto, geralmente na porção basal do cladódio ou no seu ápice, e por fim, aplica um geomaterial (Figura 11-j) que envolve e protege o ovo, que tem tamanho de 2,0 mm x 1,5 mm (Figura 11-l), até que este ecloda e uma minúscula larva passa a penetrar no mesófilo do cladódio passando a se alimentar deste (Figura 11-m). Os danos causados pela broca são severos, causando perdas significativas principalmente em mudas de pitaia recém-produzidas.

Os dados desse trabalho estão apresentados aqui de forma preliminar, pois compõem uma pesquisa que está em vias de submissão e publicação. Na Figura 11, que compõe um conjunto de registros in loco, evidencia a ocorrência, sintomas e danos causados pela broca da pitaia, nome que está sendo atribuído a este inseto pelo autor deste estudo. Nesse estudo, o pesquisador conseguiu

registrar e identificar, além da broca da pitaia, a incidência de um inimigo natural (Ordem Hymenoptera) cujas suas larvas foram observadas parasitando algumas brocas dentro de suas pupas.

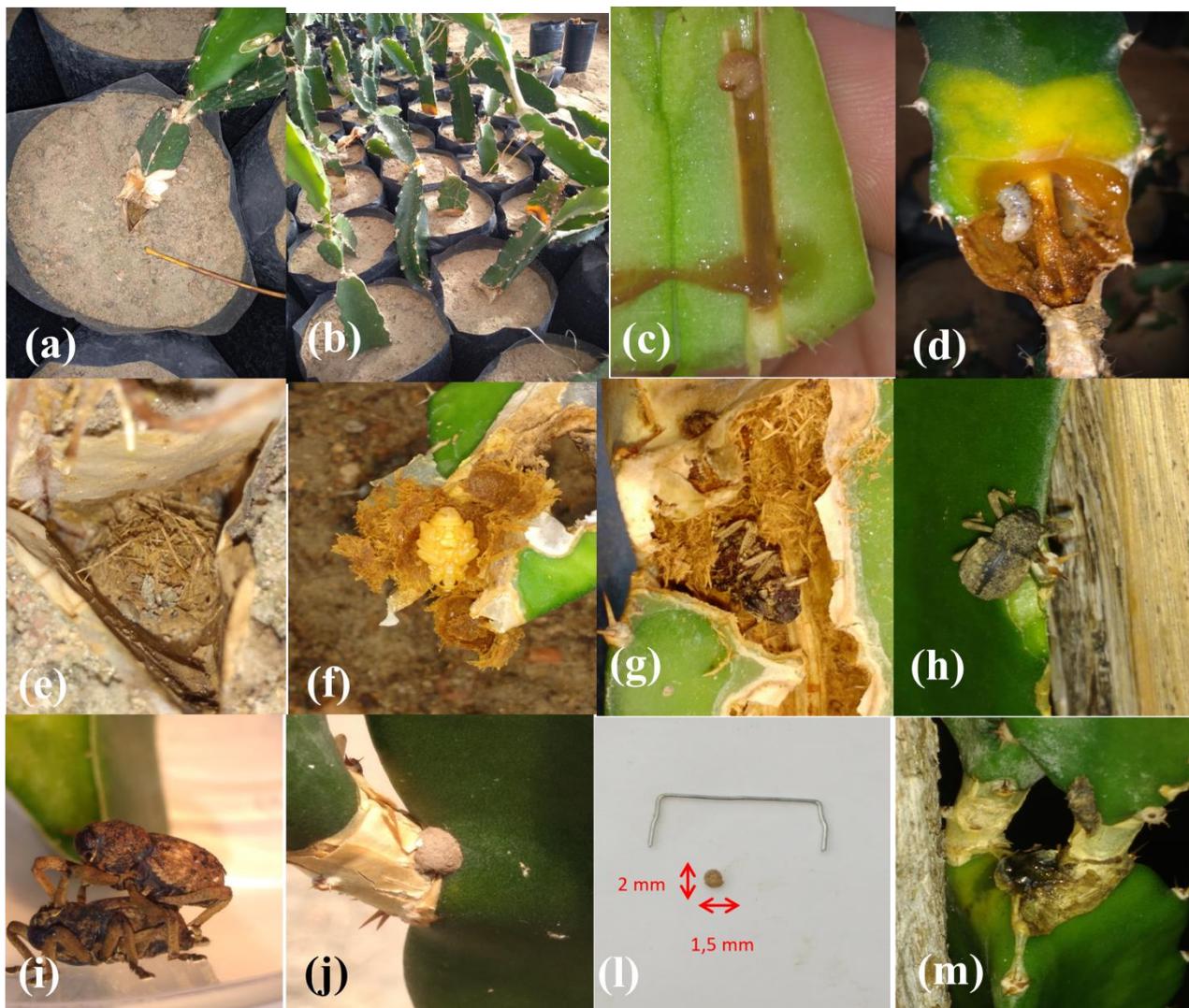


FIGURA 11. Primeiros registros no Brasil da ocorrência, sintomas e danos causados por tipo de broca da Ordem Coleóptera e família Curculionidae, evidenciando herbivoria e o desenvolvimento do inseto em mudas e plantas adultas de pitaias de polpa vermelha e branca, que vem sendo estudados e monitorados na Estação Experimental do INSA/MCTI.

Fonte: Dos autores, 2021.

Em se tratando de outros insetos que causam danos nas estruturas botânicas de mudas ou plantas adultas de pitaias, foi observada a incidência de formigas lava-pés, gafanhotos, adulto e larvas de mosca minadora, cupins, lagartas de lepidópteros e traças (Figura 12).

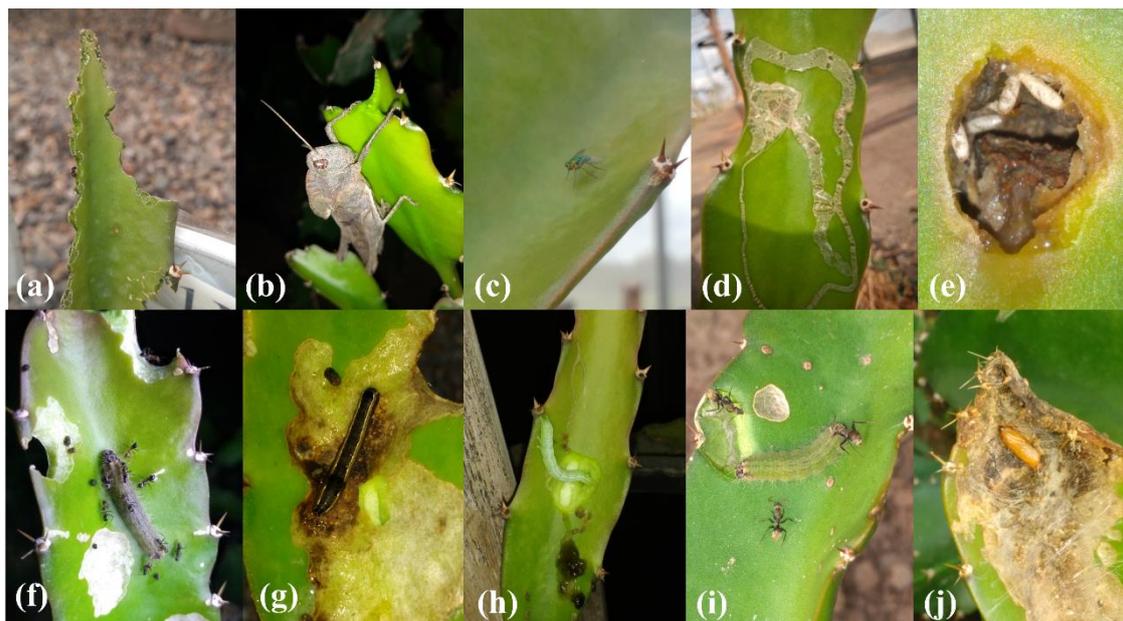


FIGURA 12. Danos por herbivoria em mudas e plantas adultas de pitaias das variedades de polpa vermelha e branca, registrados no viveiro de produção de mudas e área de cultivo de pitaias da Estação Experimental do INSA/MCTI, causados por formiga lava-pés (a), gafanhoto (b), adulto e larva de mosca minadora (c, d), cupins (e) lagartas (f, g, h, i) traça (j).

Fonte: Dos autores,2021.

Considerações Finais

A propagação, produção de mudas e cultivo de pitaias realizada no viveiro de da Estação Experimental do INSA/MCTI vem nos demonstrando a viabilidade dessa cultura para a região semiárida do Nordeste brasileiro. Essas afirmações são respaldadas por dados como a multiplicação em milhares de mudas de pitaias a partir unicamente de 4 cladódios obtidos em janeiro de 2017. O cultivo de pitaias na experiência do INSA/MCTI vem apresentando resultados satisfatórios em se tratando da avaliação agrônômica em áreas protegidas, considerando que mudas de pitaias plantadas, passaram a iniciar sua produção com apenas 4 meses do plantio das mudas, sobretudo em relação a oferta de água racional disponibilizada para as pitaias. Os estudos e pesquisas com pitaias no INSA reforçam a necessidade de aprofundamento e avaliações constantes da cultura no semiárido, pois aspectos ainda desconhecidos sobre a fitossanidade e incidência de insetos/patógenos precisam ser elucidados com objetivo de tornar o cultivo de pitaias nessa região, uma atividade promissora e com problemas que apresentem soluções práticas e fáceis de exercer. As informações e resultados apresentados neste artigo são de caráter preliminar, considerando o incipiente período em que o INSA/MCTI vem realizando em suas pesquisas com o tema.

Agradecimentos

Esse trabalho é dedicado ao professor e pesquisador Ignacio Hernan Salcedo (in memoriam) pela sua exímia contribuição para a nação semiárida em sua trajetória profissional acadêmica e de extensão em busca de oferecer conhecimentos para o Semiárido brasileiro. Os autores desse trabalho agradecem ao CNPq, ao INSA e MCTI pelo apoio e financiamento das pesquisas divulgadas nesse capítulo.

Referências

FERREIRA, T. C.; LIMA, A. G. DE; OLIVEIRA, M. R. G. DE; MARIN, A. M. P. Pitaya (*Hylocereus spp.*): revisão bibliométrica e sistêmica com recorte temporal na atualidade por meio do Web of Science. **Rev. Principia**. 2021.

FUNCEME/IPECE, **Perfil básico do município de Limoeiro do Norte**. 2011. 18p.

JUNQUEIRA K.P., JUNQUEIRA N.T.V., RAMOS J.D., PEREIRA A.V. Informações preliminares sobre uma pitaya (*Selenicereus setaceus* Rizz) nativa do Cerrado. Planaltina: **EMBRAPA**, 18p. (Documentos, 62). 2002.

NUNES, E. N.; SOUSA, A. S. B.; LUCENA, C. M.; SILVA, S. M.; LUCENA, R. F. P.; ALVES, C. A. B.; ALVES, R. E.. Pitaya (*Hylocereus sp.*): Uma revisão para o Brasil. **Gaia Scientia**, v. 8, p. 90-98, 2014.

PEEL M.C., FINLAYSON B.L., Mc MAHON T.A. Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v.11 p.1633-1644, 2007.

QUEIROGA, V. P. Pitahaya (*Hylocereus spp.*): **Sistema produtivo de cactos trepadeiras**. 1ed. / Org. QUEIROGA, V. P.; Girão, E. G.; GOMES, J. P.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIREDO, R. M. F.; ALBUQUERQUE, E. M. B. – Campina Grande: AREPB, 2021.



A cultura da pitaia como alternativa para o fortalecimento da fruticultura do Oeste Potiguar/RN

Luana Mendes de Oliveira*¹; Vander Mendonça²; Elias Ariel de Moura³

Resumo

A pitaia vermelha é uma promissora espécie, com elevado potencial de cultivo devido às qualidades organolépticas e funcionais de seus frutos. Entretanto, a salinidade da água de irrigação pode afetar o rendimento produtivo da cultura. Diante disso, materiais ricos em substâncias orgânicas podem minimizar os danos provocados pelo excesso de sais no solo e/ou na água. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de fontes de matéria orgânica como atenuante do estresse salino na produção e respostas bioquímicas de mudas de pitaia vermelha. O delineamento foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 5, com cinco fontes de matéria orgânica (húmus, esterco ovino, biofertilizante, composto orgânico e areia + solo) e quatro salinidade (0.6, 2.6, 4.6 e 6.6 dS m⁻¹), com quatro repetições e duas plantas por repetição foi utilizado. As características morfológicas, foram avaliadas aos 120 dias após o início da aplicação dos tratamentos. A pitaia vermelha é moderadamente tolerante a salinidade. As fontes orgânicas biofertilizante, composto orgânico e esterco ovino atenua os efeitos deletérios da salinidade em mudas de pitaia vermelha.

Palavras-chave: Cactáceas. Crescimento inicial. *Selenicereus costaricensis*. Salinidade

¹Doutoranda do programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Departamento de Ciências Vegetais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

² Professor associado IV de fruticultura, Departamento de Ciências Vegetais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

³ Pós-doutorando do programa de Pós-Graduação em Agronomia, Departamento de Ciências Vegetais, Universidade Federal de Roraima.

Introdução:

A pitiaia vermelha (*Selenicereus costaricensis*) é uma planta trepadeira, rústica, podendo ser encontrada nos mais diferentes habitats. Portanto, é uma cultura de fácil cultivo em regiões que possuem baixa precipitação pluviométrica e solos pobres. No Brasil, as principais regiões produtoras são Sudeste e Nordeste, tendo como principais estados produtores São Paulo, Minas Gerais, Bahia, Paraná e Goiás. O estado de São Paulo se destaca por realizar um abastecimento de 92% dos mercados locais e nacionais (SILVA, 2017). O avanço em estudos para aperfeiçoar as técnicas de cultivos de plantas exóticas tem sido constante, e a pitiaia destaca-se entre essas frutíferas (JUNQUEIRA *et al.*, 2002).

Apesar dos esforços, vários fatores abióticos prejudicam o crescimento, desenvolvimento e produtividade da pitiaia, entre estes destaca-se a salinidade da água de irrigação e do solo. As plantas têm seu crescimento e rendimento prejudicados quando submetidas à condição de estresse salino, uma vez que os sais se acumulam na região do sistema radicular, causando desordens fisiológicas e bioquímicas (SOUSA *et al.*, 2012). Os efeitos do estresse salino nas plantas são considerados complexos, devido as consequências serem tanto de natureza tóxica como osmótica (MENDES, 2009).

Nesse contexto, o uso de materiais ricos em substâncias orgânicas pode minimizar os danos provocados pela presença de íons tóxicos no solo e/ou na água de irrigação, sendo os benefícios de origem físico-química, pois a matéria orgânica incorporada ao solo como adubo ou na composição do substrato aumenta o espaço poroso entre as partículas (MESQUITA *et al.*, 2015). As substâncias húmicas liberadas na decomposição da matéria orgânica possuem a capacidade de reduzir o potencial osmótico no interior do tecido celular, contribuindo para o ajustamento osmótico, promovendo maior absorção de água e nutrientes, resultando em maior desenvolvimento das plantas (BAALOUSHA *et al.*, 2006).

Os recursos naturais estão cada vez mais escassos, principalmente a água, e com isso crescem discussões sobre o assunto com o intuito de encontrar alternativas adequadas que auxiliem o produtor rural. No entanto, estudos a respeito do uso de fontes orgânicas como atenuantes do estresse salino em plantas de pitiaia são escassos, bem como as respostas no crescimento inicial dessa cultura em condições salinas.

Portanto, objetivou-se avaliar fontes de matéria orgânica como atenuante do estresse salino na produção de mudas de pitiaia vermelha (*Selenicereus costaricensis*).

Material e Métodos

Obtenção do Material Vegetal

Os cladódios utilizados para a formação das mudas foram retirados de plantas matrizes livres de patógenos, pertencentes ao banco de germoplasma do setor de fruticultura da Universidade Federal Rural do Semiárido - UFRSA. Os cladódios foram coletados na parte superior das plantas e padronizados no comprimento de 15 cm (MARQUES *et al.*, 2011). Em seguida, as partes superiores ficaram imersas em solução de calda bordalesa (proporção 100:50).

Condições e Delineamento Experimental

O experimento foi conduzido em ambiente protegido na Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFRSA, Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil. O clima da região é considerado quente e seco, com temperatura média anual de 27,5 °C, umidade relativa de 68,9% e precipitação média de 673,9 mm (ESPÍNDOLA SOBRINHO, 2011).

Os cladódios foram conduzidos em vasos plásticos com capacidade para 5 dm³. O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento, utilizando emissores do tipo microtubo, sendo o fornecimento de água realizado por meio de reservatório (caixa de fibra de 100 L). Cada microtubo apresenta comprimento de 0,50 m e vazão média de 1,7 litros/hora (Figura 1).

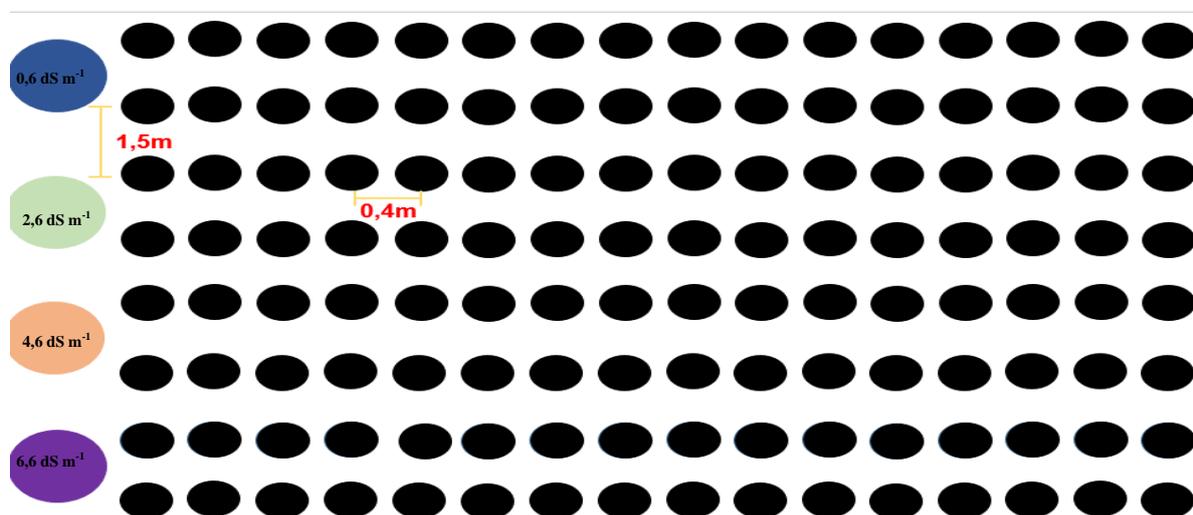


FIGURA 1. Esquema dos tratamentos na área experimental de pitaiá vermelha. Mossoró-RN. UFRSA, 2019.

Fonte: Dos autores, 2019.

A água com menor condutividade elétrica - CEa (0,6 dS m⁻¹) foi proveniente do sistema de abastecimento da UFRSA. As demais concentrações foram obtidas mediante a mistura de sais NaCl,

dissolvidos na água de abastecimento, obtidas pela equação de Richards (1954) e verificados com auxílio de um condutivímetro digital Modelo Tec-4MP, devidamente calibrado (Figura 2).



FIGURA 2. Preparo das concentrações salinas. Mossoró-RN. UFERSA, 2019

Fonte: Dos autores, 2019.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 4, com quatro repetições e duas plantas por repetição, totalizando 20 combinações (tratamentos). Os tratamentos corresponderam a cinco fontes de matéria orgânica (FO): húmus (HU), esterco ovino (EO), biofertilizante (BIO), composto orgânico (CO) e o controle: areia + solo (A+S), e quatro salinidades (S): $0,6 \text{ dS m}^{-1}$, $2,6 \text{ dS m}^{-1}$, $4,6 \text{ dS m}^{-1}$, $6,6 \text{ dS m}^{-1}$.

Variáveis Analisadas

As avaliações foram realizadas aos 120 dias após a aplicação dos tratamentos, sendo medidas as variáveis: número de brotações secundárias (NBS), número de cladódios (NC), relação parte aérea/sistema radicular (RPAR) e relação entre parte aérea e diâmetro do cladódio.

A tolerância de pitaita vermelha a salinidade foi avaliada conforme Fageria *et al.* (2010): $RP = [(PSTS - PCTS)/PSTS] * 100$, em que: RP = Redução da produção de biomassa seca total (%); PSTS = Produção de biomassa seca total no tratamento sem salinidade; PCTS = Produção de biomassa seca total nos tratamentos com salinidade.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,01$ e $p < 0,05$), nos casos de significância foi realizado o teste de Tukey para os fatores qualitativos e análise de regressão para os quantitativos, utilizando-se o programa estatístico R (R CORE TEAM, 2018).

Resultados e Discussão

De acordo com o que foi avaliado, observou-se que as características morfométricas avaliadas – número de brotações secundárias (NBROT) e número de cladódios (NC), apresentaram efeito significativo para os fatores níveis de salinidade (S) e fontes de matéria de matéria orgânica (FO) ($p < 0,01$; $p < 0,05$). Para as variáveis relação parte aérea/sistema radicular (RPAR), houve efeito significativo apenas nos fatores isolados (S) e (FO) ($p < 0,05$). Para a relação entre parte aérea e diâmetro do cladódio, observou-se efeito significativo para o fator (FO) pelo teste F ($p < 0,01$).

Para as variáveis número de brotações secundária dos cladódios e número de cladódios emitidos (Figura 3 A e B), o comportamento observado foi de regressão polinomial quadrática positiva, com efeito crescente para as fontes orgânicas CO e HU para número de brotação e HU para número de cladódios, que decresceu com aumento das concentrações salinas até $4,6 \text{ dSm}^{-1}$, apresentando acréscimo na concentração posterior, $6,6 \text{ dSm}^{-1}$.

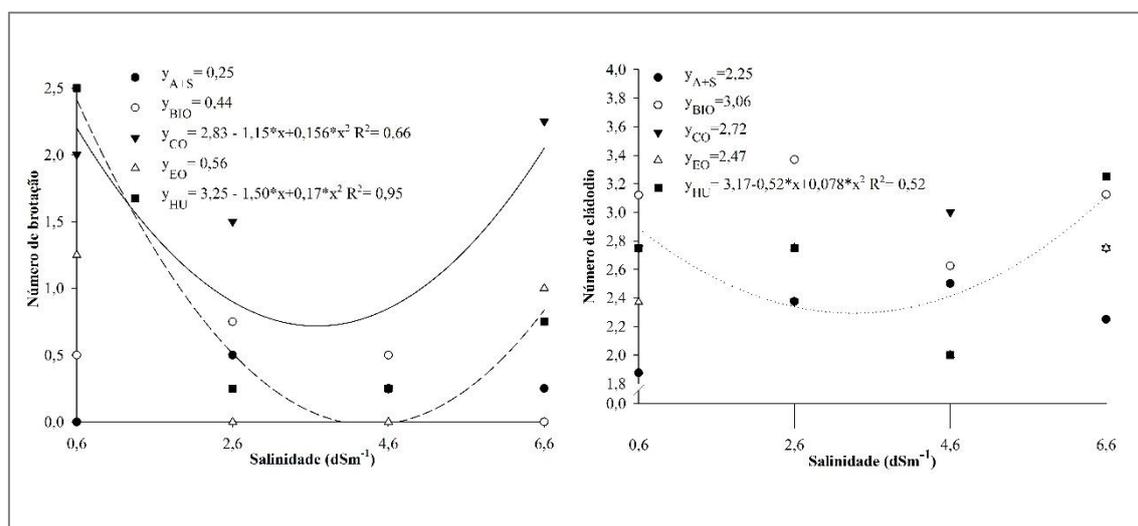


FIGURA 3. Número de brotação (A) e número de cladódio (B) de mudas de pitaya vermelhas em diferentes concentrações de salinidade e fontes de matéria orgânica. Mossoró-RN. UFERSA, 2019

Fonte: Dos autores, 2019

No intuito de garantir sua sobrevivência e reprodução, algumas plantas continuam crescendo mesmo em ambientes com condições adversas. A expansão da aérea foliar resulta no aumento da sua

capacidade fotossintética, favorecendo, conseqüentemente, a produção de carboidratos que serão utilizados nas suas atividades metabólicas (TAIZ *et al.*, 2017).

Os resultados mostram que as plantas de pitiaia vermelha conseguiram manter o número de cladódios e emissão de brotos uniforme nas composições de substratos BIO, HU e CO. O uso de material orgânico na composição de substratos pode reduzir os efeitos negativos promovidos pela salinidade nas plantas. Esses resíduos orgânicos atuam diretamente nas características químicas dos substratos, elevando sua fertilidade e melhorando suas propriedades físicas, auxiliando no acondicionamento das plantas devido ao ajuste do espaço poroso.

Os resultados encontrados no presente estudo divergem dos observados por outros autores, uma vez que o estresse salino inibe a brotação de folhas e crescimento das plantas. Avaliando o crescimento de genótipos de maracujazeiro-amarelo, Bezerra *et al.* (2016) constataram redução no crescimento e número de folhas dos genótipos com o aumento da salinidade da água. Espécies nativas do bioma Caatinga, tais como a oiticica, mesmo sendo consideradas tolerantes ao estresse hídrico, assim como a pitiaia, tiveram seu crescimento e número de folhas inibidos com o aumento da salinidade (DINIZ NETO *et al.*, 2014).

É possível observar um comportamento polinomial quadrático negativo para a relação entre parte aérea e sistema radicular (Figura 4), obtendo-se o ponto máximo 51,13 cm na concentração 4,99 dSm⁻¹, posteriormente há um decréscimo mais acentuado a partir da concentração 6,6 dSm⁻¹.

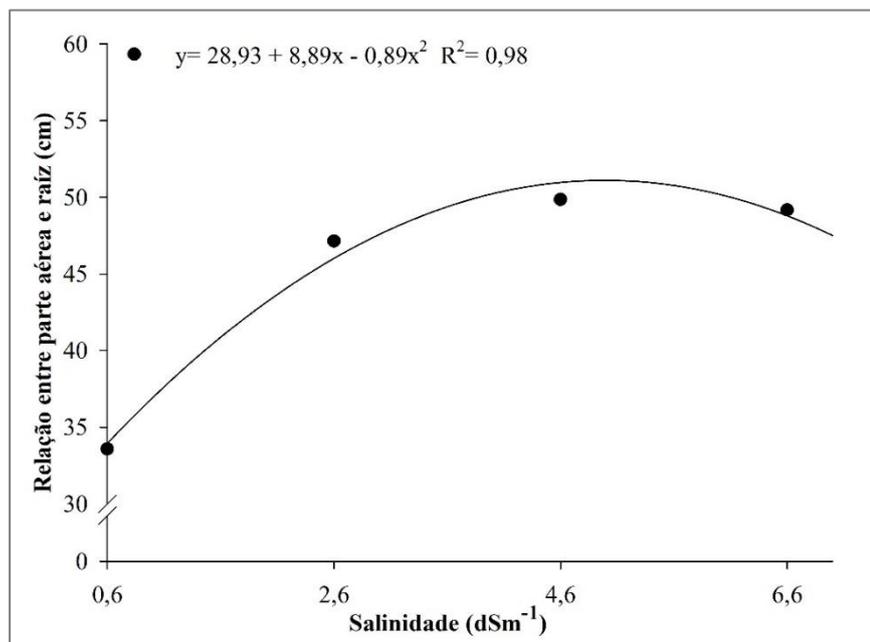


FIGURA 4. Relação entre parte aérea e raiz de mudas de pitiaia vermelhas em diferentes concentrações de salinidade. Mossoró-RN. UFERSA, 2019

Fonte: Dos autores, 2019

As respostas encontradas entre as relações de crescimento (Figura 4), reafirma o que vem sendo observado na maioria das avaliações: o efeito da salinidade na cultura da pitiaia pode interferir no seu desenvolvimento até determinada concentração. Nesse caso, acima de 5 dSm⁻¹ as plantas tiveram o comprimento dos cladódios e sistema radicular comprometidos. Os declínios observados no crescimento da parte aérea, diâmetro e sistema radicular das plantas irrigadas com água salina são consequências dos efeitos tóxicos dos sais em excesso na água de irrigação, que limitam a expansão e multiplicação celular, reduzindo principalmente as variáveis de crescimento (NASCIMENTO *et al.*, 2011).

Na relação parte aérea e diâmetro do cladódio (Tabela 1), as maiores médias foram encontradas nos substratos contendo HU, EO e CO. Esses resultados corroboram os encontrados por Souza *et al.* (2014), onde o substrato constituído de esterco ovino + solo, na proporção 3:1, promoveu maior qualidade nas mudas de abóbora. Segundo Santos (2016), ao avaliar o desempenho do algodoeiro em função da salinidade na água de irrigação adubado com húmus de minhoca, observou-se que a adubação com húmus resultou em respostas positivas no cultivo da cultura mesmo sob estresse salino.

TABELA 1. Relação entre parte aérea e diâmetro de cladódio de mudas de pitiaia vermelhas em diferentes fontes orgânicas. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.

Tratamentos	RAD (cm)
Areia+Solo (1:1:1)	0,93 b
Biofertilizante (1:1:1)	1,31ab
Composto orgânico (1:1:1)	2,05 a
Esterco ovino (1:1:1)	2,17 a
Húmus (1:1:1)	2,18 a
CV (%)	27,23

Médias seguida da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p < 0,05).

Fonte: Dos autores, 2019.

Legenda: RAD: Relação entre parte aérea e diâmetro do cladódio.

O substrato contendo húmus de minhoca, na proporção de 40%, proporcionou a produção de porta-enxertos de maior qualidade para a cultura da goiabeira (OLIVEIRA *et al.*, 2015). Esses materiais ricos em substâncias orgânicas apresentam alta retenção de umidade, substâncias fitoprotetoras e fito-hormonais, como auxinas, citocininas e giberelinas, fatores que contribuem significativamente no melhor crescimento e desenvolvimento das mudas (ZHANG *et al.*, 2016).

Para efeito de classificação quanto à tolerância à salinidade, foi usado o critério do rendimento relativo com o aumento do estresse salino, considerando-se a fitomassa seca total. De acordo com as

médias obtidas, observou-se que as mudas de pitaiá vermelha irrigadas com os níveis salinos 2,6, 4,6 e 6,6 dSm^{-1} mostram-se moderadamente tolerantes, com reduções de 34,7, 32,3 e 26,8%, respectivamente.

Respostas diferentes foram encontradas por Cavalcante *et. al* (2007), que, ao avaliar o crescimento inicial de pitaiá branca, concluíram no final do experimento que 50% das mudas morreram quando submetidas à concentração salina igual a 4,0 dSm^{-1} . Resultados negativos quanto à tolerância do mandacaru à salinidade foram observadas por Portela *et al.* (2015),concluindo que a espécie é sensível a baixas concentrações salinas. Esses resultados mostram que a tolerância à salinidade depende de inúmeros fatores, dentre eles: espécie, condições ambientais, adubação e composição de substrato, mostrando a importância de se realizar mais pesquisas sobre o assunto.

Conclusões

As fontes orgânicas biofertilizante, composto orgânico e esterco ovino apresentaram efeitos positivos nas respostas deletérias da salinidade na produção de mudas de pitaiá vermelha.

A pitaiá vermelha mostrou-se moderadamente tolerante aos níveis salinos de 2,6, 4,6 e 6,6 dSm^{-1} .

Referências

BAALOUSHA, M. *et al.* Conformation and size of humic substances: effects of major cation concentration and type, pH, salinity and residence time. *Colloids and surfaces. Physicochemical and Engineering Aspects*, v. 222, n. 1-2, p. 48-55, 2006.

BEZERRA, J. D. *et al.* Crescimento de dois genótipos de maracujazeiro-amarelo sob condições de salinidade. *Rev. Ceres*, Viçosa, v. 63, n. 4, p. 502-508, 2016.

CAVALCANTE, H. H. L. *et al.* Salinidade da Água e Desenvolvimento Inicial da Pitaya (*Hylocereus undatus*). *Revista Internacional de Ciência da Fruta*, Londres, v. 7, n. 3, p. 81-92, jul. 2007.

DINIZ NETO, M. A. *et al.* Mudanças de oiticica irrigadas com águas salinas no solo com biofertilizante bovino e potássio. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, PB, v.18, p.10-18, 2014.

ESPÍNOLA SOBRINHO, J. *et al.* Climatologia da precipitação no município de Mossoró -RN. Período: 1900-2010. *XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia*. Guarapari – ES, 2011.

FAGERIA, N. K. *et al.* Melhoramento genético vegetal e seleção de cultivares tolerantes à salinidade. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (org.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal, 2010. p. 205-216.

JUNQUEIRA, K. P. *et al.* **Informações preliminares sobre uma espécie de pitaya do cerrado**. Planaltina: Embrapa, 2002.

MARQUES, V. B. *et al.* Tamanho de cladódios na produção de mudas de pitaya vermelha. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 24, n. 4, p. 50-54, 2011.

MENDES, B. S. S. **Efeitos fisiológicos e bioquímicos do estresse salino em *Ananas porteanus* Hort Veitch ex C. Koch**. 2009. 50f. Dissertação (Mestrado em Química) – Centro de Fisiologia Vegetal e Biotecnologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

MESQUITA, F. O. *et al.* Formação de mudas de nim sob salinidade da água, biofertilizante e drenagem do solo. *Irriga*, Botucatu, v. 20, n. 2, p. 193-203, 2015.

NASCIMENTO, J. A. M. *et al.* Efeito da utilização de biofertilizante bovino na produção de mudas de pimentão irrigadas com água salina. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Recife-Pernambuco, v. 6, n. 2, p. 258-264, 2011.

OLIVEIRA, F. T. *et al.* Respostas de porta-enxertos de goiabeira sob diferentes fontes e proporções de materiais orgânicos. *Comunicata Scientiae*, Bom Jesus, PI, v. 6, p. 17-25, 2015.

PORTELA, R. M. *et al.* Desenvolvimento de mudas de mandacaru sob diferentes níveis de salinidade e sombreamento. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 11, n. 22, p. 934-942, dez. 2015.

R Core Team, 2018. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

SANTOS, F. R. L. **Desempenho do algodoeiro em função da salinidade na água de irrigação e da adubação com húmus de minhoca.** 2016. 24f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual da Paraíba, Catolé do Rocha, 2016.

SILVA, R. H. D. da. **Crescimento de palma forrageira irrigada com água salina.** 2017. 57f. Trabalho de Tese (Doutorado em Agronomia) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2017.

SOUSA, G. G. *et al.* Crescimento inicial do milho sob diferentes concentrações de biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, CE, v. 43, n. 2, p. 237-245, 2012.

SOUZA, E. G. F. *et al.* Produção de mudas de cucurbitáceas utilizando esterco ovino na composição de substratos orgânicos. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, RR, 8: 175-183, 2014.

TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal.** 6ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

ZHANG, L. *et al.* *Belamcanda chinensis* (L.) DC-An ethnopharmacological, phytochemical and pharmacological review. **Journal of ethnopharmacology**, v. 186, p. 1-13, 2016.



Melhoramento genético das pitaias na Embrapa e parceiros

Fábio Gelape Faleiro*¹; Nilton Tadeu Vilela Junqueira*¹

Resumo

Considerando todo o potencial das pitaias nativas e exóticas para diversificar a fonte de renda dos fruticultores, ofertar alimentos de alta qualidade para os consumidores e também alternativas de uso ornamental e medicinal, ações de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) são importantes e estratégicas. As ações de PD&I relacionadas ao melhoramento genético das pitaias na Embrapa iniciaram na década de 1990, com a implantação do primeiro banco ativo de germoplasma do Brasil. Recursos genéticos de diferentes espécies de pitaias com potencial comercial foram caracterizados com base em características morfológicas, agrônômicas e moleculares. A ampla diversidade genética inter e intraespecífica subsidiaram os primeiros trabalhos de seleção e recombinação tendo como objetivo o desenvolvimento de cultivares geneticamente superiores com alta produtividade, adequadas características físicas e químicas de frutos e adaptabilidade às diferentes regiões de cultivo no Brasil. Para a avaliação das cultivares desenvolvidas nas diferentes regiões do Brasil, foram estabelecidas parcerias estratégicas com instituições de pesquisa, extensão rural e com produtores que utilizam sistemas de produção orgânico e convencional. Neste capítulo, é apresentada uma síntese do histórico e dos principais avanços obtidos nas ações de PD&I relacionadas ao melhoramento genético de diferentes espécies de pitaias, além das perspectivas de desenvolvimento e recomendação de cultivares geneticamente superiores, o que é fundamental para o fortalecimento e sustentabilidade da cadeia produtiva das pitaias no Brasil e no Mundo.

Palavras-chave: Pitaia, Variedades, Pós-melhoramento, Tecnologia.

¹Pesquisador da Embrapa Cerrados

Introdução

Relatos históricos evidenciam o cultivo de pitaias no início do século XX no Vietnã e no Brasil. No Brasil, era comum o cultivo de pitaias em fazendas mais antigas das regiões do Cerrado de Minas Gerais e Goiás. Os fazendeiros costumavam manter plantas de pitaias sobre muros, troncos de árvores e cercas, pois utilizavam seus frutos como laxante e o suco concentrado dos cladódios como depurativo e em trabalhos de parto (JUNQUEIRA et al., 2002).

O cultivo comercial das pitaias somente foi estabelecido no início da década de 1990 em países Americanos e Asiáticos. No Brasil, as primeiras experiências com o cultivo das pitaias foram no interior do Estado de São Paulo e o primeiro registro de comercialização de pitaias em centrais de abastecimento foi em 2005 no Rio de Janeiro, de forma que os primeiros pomares comerciais de pitaias no Brasil foram estabelecidos no início dos anos 2000 (FALEIRO; JUNQUEIRA, 2021).

Apesar de ser um cultivo muito recente, as pitaias vêm conquistando os fruticultores e consumidores no Brasil e no Mundo, pelo fato dos frutos terem alto valor agregado e possuírem polpa rica em fibras, compostos antioxidantes, com excelentes qualidades digestivas e de baixo teor calórico (REVISTA NATUREZA, 2015; CAMPO & NEGÓCIOS, 2017). Considerando todo o potencial das pitaias, a Embrapa iniciou, na década de 1990, ações de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) com as pitaias. Ao longo de mais de 25 anos de trabalho, importantes avanços foram obtidos na conservação, caracterização e uso de recursos genéticos, na domesticação e melhoramento genético das espécies com maior potencial comercial, nos ajustes no sistema de produção e na agregação de valor com o desenvolvimento de produtos a partir das diferentes partes do fruto (FALEIRO; JUNQUEIRA, 2021).

Neste capítulo, é apresentada uma síntese do histórico e dos principais avanços obtidos nas ações de PD&I na Embrapa e parceiros relacionadas ao melhoramento genético de diferentes espécies de pitaias, além das perspectivas de desenvolvimento e recomendação de cultivares geneticamente superiores, o que é fundamental para o fortalecimento e sustentabilidade da cadeia produtiva das pitaias no Brasil e no Mundo.

Diversidade genética das pitaias: base para o melhoramento genético

Existem diferentes espécies cultivadas que são referidas como pitaias. A taxonomia das pitaias tem sido alvo de muitas controvérsias e revisões dos gêneros e espécies ao longo do tempo, considerando aspectos morfológicos, compatibilidade entre espécies e gêneros e também análises

com base em marcadores genético-moleculares. Na revisão mais recente, Korotkova et al. (2017) classificaram as espécies mais importantes das pitaias do ponto de vista comercial dentro do gênero *Selenicereus*: *S. undatus*, *S. costaricensis*, *S. setaceus* e *S. megalanthus*. Antes dessa revisão, as espécies *S. undatus* e *S. costaricensis* eram classificadas como do gênero *Hylocereus*.

Além da grande diversidade de gêneros e espécies de pitaias, é importante considerar que existe uma grande variabilidade intra-específica, ou seja, existem diferenças genéticas entre acessos dentro de cada espécie. Esta variabilidade genética tem sido verificada em todas as espécies de maior importância comercial para características de interesse agrônomo como fenologia, produtividade, adaptabilidade, resistência a doenças, características físicas e químicas dos frutos, autocompatibilidade, vigor, precocidade, fenologia, sensibilidade ao fotoperíodo para indução de florescimento (LIMA, 2013). Esta rica variabilidade é a base para os trabalhos de melhoramento genético das espécies tendo em vista o desenvolvimento de cultivares geneticamente superiores.

Início das ações de PD&I na Embrapa

As primeiras atividades de PD&I sobre as pitaias no Brasil, tendo em vista o desenvolvimento da cadeia produtiva desta fruteira, tiveram início na década de 1990 na Embrapa Cerrados, unidade da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária localizada em Planaltina, DF. Antes de qualquer registro de cultivo comercial de pitaia no Brasil, o pesquisador da Embrapa, Dr. Nilton Tadeu Vilela Junqueira realizou expedições para coleta de recursos genéticos que vegetavam naturalmente na região do Cerrado e em áreas de transição com a Amazônia, Mata Atlântica e Caatinga. Foram também coletados recursos genéticos conservados e utilizados em fazendas tradicionais. Como resultado desse trabalho, foi montado, em 1996, o primeiro Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de Pitaia do Brasil com o objetivo de caracterizar o potencial agrônomo e comercial das principais espécies de pitaia (Figura 1).



FIGURA 1. Imagens históricas e recentes do Banco Ativo de Germoplasma de Pitais da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

Fonte: Fábio Gelape Faleiro e Nilton Tadeu Vilela Junqueira

O BAG de pitaia da Embrapa foi estabelecido inicialmente com mais de 200 acessos que foram coletados em diferentes regiões do Brasil e obtidos por doações voluntárias de agricultores e colecionadores. Muitos destes acessos não se desenvolveram bem nas condições experimentais da Embrapa Cerrados (Coordenadas geográficas: 15°35'34,42"S e 47°43'53,41"W). Nos anos 2000, o número de acessos foi reduzido para aproximadamente 50, porque as ações de pesquisa e desenvolvimento foram concentradas nas espécies e acessos de maior potencial comercial ou potencialmente úteis em programas de melhoramento genético (FALEIRO; JUNQUEIRA, 2021).

Caracterização de recursos genéticos, seleção e recombinação

Para os trabalhos de caracterização morfológica e agrônômica dos recursos genéticos do BAG da Embrapa Cerrados, foram definidas as quatro espécies de maior potencial comercial que apresentavam diferenças quanto ao tamanho do fruto, cor da casca e cor da polpa: a *Selenicereus undatus* (Haw.) D.R.Hunt (frutos grandes com casca vermelha e polpa branca), *Selenicereus costaricensis* (F.A.C.Weber) S.Arias & N.Korotkova ex Hammel (frutos médios com casca vermelha e polpa vermelha), *Selenicereus megalanthus* (K.Schum. ex Vaupel) Moran (frutos médios com casca amarela com espinhos e polpa branca) e *Selenicereus setaceus* (Salm-Dyck ex DC.) A.Berger ex

Werderm (frutos pequenos com casca vermelha com espinhos e polpa branca) (FALEIRO et al, 2021).



FIGURA 2. Frutos das espécies de pitaias com maior importância comercial no Brasil: *Selenicereus undatus* (a), *Selenicereus costaricensis* (b), *Selenicereus megalanthus* (c) e *Selenicereus setaceus* (d). Barras de 5 cm.

Fonte: Fábio Gelape Faleiro e Nilton Tadeu Vilela Junqueira

Por meio do estabelecimento de experimentos com repetições, foram realizados os trabalhos de avaliação de características agronômicas e seleção de genótipos geneticamente superiores com base na produtividade, características físicas e químicas de frutos, autocompatibilidade, resistência a doenças, vigor, longevidade e adaptabilidade (Figura 3). Este trabalho de caracterização mais detalhado permitiu a seleção de 6 acessos geneticamente superiores de *Selenicereus undatus*, 7 de *Selenicereus setaceus*, 4 de *Selenicereus costaricensis* e 4 de *Selenicereus megalanthus*.

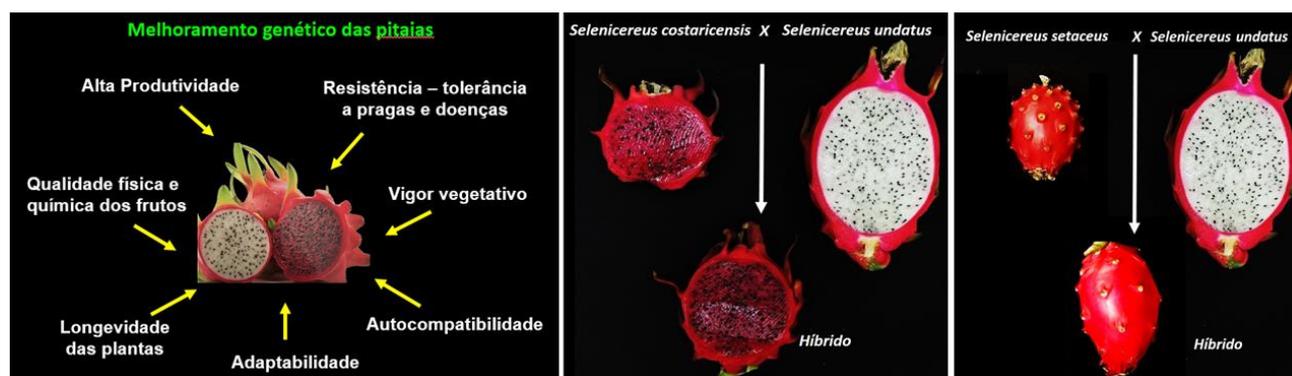


FIGURA 3. Características agronômicas relacionadas aos objetivos do programa de melhoramento genético das pitaias conduzidos na Embrapa e obtenção de híbridos interespecíficos visando à combinação de características de interesse e ampliação da base genética.

Fotos: Fábio Gelape Faleiro e Nilton Tadeu Vilela Junqueira

Os acessos selecionados passaram a ser utilizados em trabalhos para ajustes do sistema de produção e também para a obtenção de híbridos intra e interespecíficos com o objetivo de combinar

características de interesse e ampliar a base genética para trabalhos de seleção clonal visando ao desenvolvimento de cultivares geneticamente superiores.

O primeiro híbrido interespecífico obtido e avaliado pelo programa de melhoramento genético da pitaita na Embrapa Cerrados foi resultante do cruzamento entre matrizes geneticamente superiores da espécie *Selenicereus undatus* e da espécie *Selenicereus costaricensis* (Figura 3). O objetivo dessa hibridação foi obter um híbrido que combinasse as características de alta produtividade, autocompatibilidade e maior tamanho do fruto presente na *S. undatus* com a polpa vermelha da *S. costaricensis*. Este híbrido foi obtido com sucesso e marcadores moleculares do DNA foram utilizados para confirmar a hibridação (LIMA, 2013).

Outro híbrido F1 obtido pelo programa de melhoramento genético das pitaias realizado na Embrapa Cerrados foi a partir do cruzamento interespecífico entre matrizes geneticamente superiores da espécie *Selenicereus setaceus* e da espécie *Selenicereus undatus* (Figura 3). O objetivo dessa hibridação foi obter um híbrido que combinasse as características de alta produtividade e maior tamanho do fruto presente na *S. undatus* com o sabor aprimorado da polpa da *S. setaceus*. Híbridos intra-específicos também foram e continuam sendo obtidos e caracterizados dentro do programa de seleção e melhoramento genético.

Rede de parcerias para validação agrônômica em diferentes regiões do Brasil

Os trabalhos de seleção clonal e obtenção de híbridos intra e interespecíficos resultou na seleção de genótipos elite com grande potencial comercial. Estes genótipos elite foram clonados para iniciar os trabalhos de interação genótipo x ambiente, ou seja, os genótipos elite foram enviados para avaliação em todas as regiões do Brasil (Figura 4). Para realizar estas avaliações, a Embrapa Cerrados está contando com uma rede de parcerias envolvendo a Emater DF (Distrito Federal e Entorno), o Recanto das Pitaias (Santa Catarina), Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Empresa Mato-Grossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural, Grupo Tsuge, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Embrapa Semiárido, Embrapa Roraima, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (Apta), Embrapa Agrobiologia, Universidades e produtores rurais.



FIGURA 4. Unidades de validação tecnológica de cultivares desenvolvidas pela Embrapa em diferentes regiões do Brasil.

Fonte: Fábio Gelape Faleiro, Ricardo Sant'Anna Martins e Welington Procópio.

As primeiras unidades de validação dos genótipos elite de pitaias selecionados na Embrapa Cerrados foram estabelecidas na Unidade de Apoio da Fruticultura da Embrapa Cerrados e em parcerias com a Emater DF (Distrito Federal e entorno), o Recanto das Pitaias (Santa Catarina) e a Empresa Mato-Grossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural (Mato Grosso). Os primeiros resultados deste trabalho de validação foram apresentados na ocasião do Curso Online sobre a cultura da pitaias – módulo sobre melhoramento genético e variedades de pitaias promovido pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI, 2021).

Além da validação das cultivares em diferentes regiões do Brasil, foi também realizada, com sucesso, a validação das cultivares em diferentes sistemas de produção convencional, orgânico, em cultivos consorciados com maracujá, abacaxi e girassol e em plantios urbanos e periurbanos. Além dos trabalhos de validação, as unidades demonstrativas estabelecidas por meio da rede de parcerias são utilizadas para a realização de cursos de capacitação e outras ações de transferência de tecnologia.

Cultivares desenvolvidas

O trabalho de melhoramento genético das diferentes espécies de pitaias, juntamente com o trabalho de validação agrônômica em diferentes regiões e sistemas de produção, propiciou o desenvolvimento e recomendação de cinco cultivares. As principais características destas cultivares são descritas abaixo:

BRS Lua do Cerrado (BRS LC)

Cultivar de pitaias da espécie *Selenicereus undatus* com frutos redondos e vermelhos de polpa branca, para o mercado de frutas especiais. As principais características desta cultivar trabalhadas no melhoramento genético foram a produtividade, vigor, autocompatibilidade, maior tamanho do fruto e do teor de sólidos solúveis totais, além da maior resistência e tolerância a doenças. A cultivar BRS Lua do Cerrado (BRS LC) apresenta frutos grandes, com o formato arredondado. Pode atingir mais de 30 t.ha⁻¹ano⁻¹. Os frutos são grandes, sendo comum a colheita de frutos acima de 500 g (sem polinização manual) e também frutos que podem atingir massa superior a 1 Kg (Figura 5).

BRS Luz do Cerrado (BRS LZC)

Cultivar de pitaias da espécie *Selenicereus undatus* com frutos alongados e vermelhos de polpa branca para o mercado de frutas especiais. As principais características desta cultivar trabalhadas no melhoramento genético foram a produtividade, vigor, autocompatibilidade, maior tamanho do fruto e do teor de sólidos solúveis totais, além da maior resistência e tolerância a doenças. A cultivar BRS Luz do Cerrado (BRS LZC), assim como a cultivar BRS Lua do Cerrado (BRS LC), apresenta frutos grandes, entretanto com o formato mais alongado. Estas duas cultivares agregam diversidade às variedades de pitaias cultivadas comercialmente no Brasil com o diferencial de ter garantia de origem genética e experiências de sucesso no cultivo em diferentes regiões e sistemas de produção. Pode atingir mais de 30 t.ha⁻¹ano⁻¹. Os frutos são grandes, sendo comum a colheita de frutos acima de 500 g (sem polinização manual) e também frutos que podem atingir massa superior a 1 Kg (Figura 5).



FIGURA 5. BRS Lua do Cerrado (BRS LC)

Fonte: Fábio Gelape Faleiro, Geovane Alves de Andrade, Nilton Tadeu Vilela Junqueira



FIGURA 6. BRS Luz do Cerrado (BRS LZC)

Fonte: Fábio Gelape Faleiro, Geovane Alves de Andrade, Nilton Tadeu Vilela Junqueira

BRS Minipitaia do Cerrado (BRS MPC)

Cultivar de minipitaia da espécie *Selenicereus setaceus*, de frutos vermelhos com espinhos e polpa branca para uso na fruticultura ornamental e para o mercado de frutas especiais, considerando

o sabor diferenciado da sua polpa. Uma perfeita combinação entre o teor de sólidos solúveis totais e a acidez confere à polpa do fruto desta cultivar um sabor aprimorado. As principais características desta cultivar trabalhadas no melhoramento genético foram a produtividade, autocompatibilidade, combinação do teor de sólidos solúveis totais e acidez da polpa, além da maior resistência e tolerância a doenças. Esta cultivar tem origem na biodiversidade essencialmente brasileira, especificamente vinda da região do Cerrado. Pode atingir uma produtividade de mais de 10 t.ha⁻¹ano⁻¹. Os frutos são pequenos, mas muito doces com leve acidez, o que confere um sabor especial (Figura 7).



FIGURA 7. BRS Minipitaia do Cerrado (BRS MPC)

Fonte: Fábio Gelape Faleiro, Geovane Alves de Andrade, Nilton Tadeu Vilela Junqueira

BRS Granada do Cerrado (BRS GC)

Cultivar híbrida de pitaiia vermelha de polpa roxa (*Selenicereus undatus* X *Selenicereus costaricensis*). Esta cultivar foi obtida por meio do melhoramento genético convencional visando aumento de produtividade, autocompatibilidade, vigor, precocidade, características físicas e químicas dos frutos (frutos vermelhos de polpa roxa rica em antioxidantes) e resistência a doenças. Pode atingir uma produtividade de mais de 40 t.ha⁻¹ano⁻¹. Os frutos são de tamanho médio, massa de aproximadamente 250 g e muito uniformes, com casca e polpa vermelha (Figura 8).



FIGURA 8. BRS Granada do Cerrado (BRS GC)

Fonte: Fábio Gelape Faleiro, Geovane Alves de Andrade, Nilton Tadeu Vilela Junqueira

BRS Âmbar do Cerrado (BRS AC)

Cultivar de pitaiá amarela, *Selenicereus megalanthus*, para o mercado de frutas especiais de alto valor agregado (Figura 9). Esta cultivar foi obtida por meio do melhoramento genético convencional visando ao aumento de produtividade, autocompatibilidade, vigor, precocidade, características físicas e químicas dos frutos (frutos maiores com polpa com elevado teor de sólidos solúveis totais), resistência a doenças e adaptabilidade.

Existia uma mística de que pitaias amarelas não são adaptadas às condições edafoclimáticas brasileiras, mas por meio dos recursos genéticos disponíveis no BAG de Pitaias da Embrapa Cerrados e de ações de melhoramento genético via diferentes ciclos de seleção e recombinação visando à adaptabilidade, foi possível o desenvolvimento da cultivar BRS Âmbar do Cerrado.

Foram realizados 3 ciclos de seleção clonal e matrizes clonais geneticamente superiores foram selecionadas e uma de destaque foi utilizada na geração da nova cultivar. Pode atingir uma produtividade de mais de 20 t.ha⁻¹ano⁻¹. Os frutos apresentam tamanho médio e são muito doces, o que confere um sabor especial. Uma importante característica desta cultivar nas condições do Cerrado do Planalto Central é a produção na entressafra das demais cultivares de pitaias desenvolvidas pelo programa de melhoramento genético realizado na Embrapa Cerrados.



FIGURA 9. BRS Âmbar do Cerrado (BRS AC)

Fotos: Fábio Gelape Faleiro, Geovane Alves de Andrade, Nilton Tadeu Vilela Junqueira

Considerações finais

A produção e o consumo de pitaias têm aumentado muito nos últimos anos no Brasil e no Mundo. Neste contexto, é muito importante o fortalecimento da cadeia produtiva. Para isso, é de grande importância o desenvolvimento de cultivares geneticamente superiores por meio dos programas de melhoramento genético. A disponibilidade de material propagativo de qualidade e com garantia de origem genética é a base para o sucesso dos pomares. Importantes avanços foram obtidos no desenvolvimento de novas cultivares de pitaias das espécies de maior importância comercial. A integração de esforços entre Embrapa, universidades, empresas estaduais de pesquisa e extensão rural, agentes públicos e privados é um caminho importante para otimizar e fortalecer as necessárias ações de pesquisa, desenvolvimento, transferência de tecnologia e inovação das pitaias nas diferentes regiões do Brasil.

Agradecimentos

Nossos agradecimentos a toda equipe técnica da Embrapa Cerrados, em especial ao Técnico Agrícola Geovane Alves de Andrade. Agradecemos também aos nossos parceiros nos trabalhos de validação das cultivares e ajustes dos sistemas de produção em todas as regiões do Brasil.

Referências

CAMPO & NEGÓCIOS: Hortifruti. **Cultivo de pitaya pode render bons lucros. Pitaya: fruta conquista pelo sabor e valor agregado.** Edição 147, setembro 2017. p. 44-51.

EPAGRI. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. **Curso Online sobre a cultura da pitaya – módulo sobre melhoramento genético e variedades de pitaya.** Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=rFICBbV6vaM> Acesso em 30 ago. 2021.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. **Pitayas: atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação na Embrapa Cerrados.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. 2021. 62 p. (Documentos / Embrapa Cerrados, 374) Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/230728/1/Doc-374-Fabio-Faleiro.pdf>

FALEIRO, F. G.; OLIVEIRA, J. S.; JUNQUEIRA, N. T. V. **Aplicação de descritores morfoagronômicos utilizados em ensaios de DHE de cultivares de pitaya: Manual prático.** Brasília, DF: Embrapa, 2021. 58 p. il. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/231216/1/Aplicacao-de-descritores-morfoagronomicos-utilizados-em-ensaios-de-DHE.pdf>

JUNQUEIRA, K. P.; JUNQUEIRA, N. T. V.; RAMOS, J. D.; PEREIRA, A. V. **Informações preliminares sobre uma espécie de Pitaya do Cerrado.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. 2002. 18 p. (Embrapa Cerrados/ Documentos, 62). Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAC-2009/24723/1/doc_62.pdf

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

KOROTKOVA, N.; BORSCH, T.; ARIAS, S. A phylogenetic framework for the Hylocereeae (Cactaceae) and implications for the circumscription of the genera. **Phylotaxa**, v. 327, p. 1-46, 2017.

REVISTA NATUREZA. **Doce sabor do cacto.** Edição 328, maio 2015. p. 86-90.

Outras palestras proferidas no evento

Tema - **Manejo pós-colheita da pitaia no Vietnã**

Palestrante: Nguyen Van Phong (PhD., Chefe de Divisão), Southern Horticultural Research Institute (SOFRI), VAAS, Vietnã.

Link para assistir: <https://www.youtube.com/video/tp40IYFf84/edit>

Tema - **Manejes para maximização do rendimento e qualidade da pitaia nas condições do Estado do Ceará**

Palestrante: Márcio Cleber de Medeiros Corrêa (Professor Dr. da Universidade Federal do Ceará)

Link para assistir: <https://www.youtube.com/video/cp6R2WmzNC4/edit>