

ISBN 978-65-990745-9-2
Outubro/2022

Pitaia no Brasil, nova opção de cultivo

Maria do Céu Monteiro da Cruz
Ricardo Sant'Anna Martins
Organizadores



Presidente da Epagri
Giovani Canola Teixeira

Diretores

Célio Haverroth
Desenvolvimento Institucional

Jonas Pereira do Espírito Santo
Administração e Finanças

Humberto Bicca Neto
Extensão Rural e Pecuária

Vagner Miranda Portes
Ciência, Tecnologia e Inovação



Epagri

Empresa de Pesquisa Agropecuária
e Extensão Rural de Santa Catarina

ISBN 978-65-990745-9-2
Outubro/2022

Pitaia no Brasil, nova opção de cultivo

Maria do Céu Monteiro da Cruz
Ricardo Sant'Anna Martins
Organizadores



**Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
Florianópolis
2022**

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri)
Rodovia Admar Gonzaga, 1.347, Itacorubi, Caixa Postal 502
88034-901 Florianópolis, Santa Catarina, Brasil
Fone: (48) 3665-5000
Site: www.epagri.sc.gov.br

Editado pelo Departamento Estadual de Marketing e Comunicação (Epagri/DEMC)

Editoração técnica: Márcia Cunha Varaschin
Revisão textual: Laertes Rebelo
Diagramação: Vilton Jorge de Souza
Foto de capa: Desenho ilustrativo do botão floral, flor e frutos (Pedro Lorenzo)

Primeira edição: outubro de 2022
Tiragem: 300 exemplares
Impressão: Gráfica CS

É permitida a reprodução parcial deste trabalho desde que citada a fonte.

Ficha catalográfica

CRUZ, M.C.M.; MARTINS, R.S.(Orgs.). **Pitaya no Brasil, nova opção de cultivo**. Florianópolis, SC: Epagri, 2022. 348p.

Pitaya; Cactácea frutífera; Técnicas de manejo; Sistema de produção.

ISBN 978-65-990745-9-2



AUTORES

Albert Einstein Mathias de Medeiros Teodosio

Tecnólogo de Alimentos, Mestre em Horticultura Tropical: Fisiologia Pós-colheita de Frutos e Hortalças

Doutorando em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Centro de Ciências Agrárias, *Campus* II, Areia, PB

E-mail: albertemmt@gmail.com

André Rodrigo Rech

Biólogo, Doutor em Ecologia

Professor da UFVJM, Campus Juscelino Kubitschek, Departamento de Ciências Biológicas, Diamantina, MG

E-mail: andre.rech@ufvjm.edu.br

Adriana de Castro Correia da Silva

Engenheira-agrônoma, Doutora em Agronomia (Produção Vegetal) – Fruticultura

Professora da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS, *Campus* de Aquidauana, MS

E-mail: adrianacastro@uems.br

Amanda Gonçalves Guimarães

Engenheira-agrônoma, Doutora em Genética e Melhoramento de Plantas

Professora visitante da UFGD, Faculdade de Ciências Agrárias, Dourados, MS.

E-mail: amandagguimaraes@yahoo.com.br

Caique Menezes de Abreu

Engenheiro-agrônomo, Mestre em Produção Vegetal/Genética Molecular e Melhoramento Vegetal

Doutorando em Produção Vegetal/Microbiologia do Solo, UFVJM, *Campus* Juscelino Kubitschek, Diamantina, MG

E-mail: abreu.m.caique@gmail.com

Daniel Lima da Silva

Graduando em Agronomia

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS, *Campus* de Aquidauana, MS

E-mail: ldaniel166@gmail.com

Deilson de Almeida Alves

Engenheiro-agrônomo, Mestre em Produção Vegetal/Fruticultura

Doutorando em Produção Vegetal/Fruticultura, UFVJM, *Campus* Juscelino Kubitschek, Diamantina, MG

E-mail: deilson.almeida.alves@gmail.com

Diego Adílio da Silva

Engenheiro-agrônomo

Extensionista rural na Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri, Gerente Regional de Criciúma, Criciúma, SC

E-mail: diegosilva@epagri.sc.gov.br

Diou Roger Ramos Spido

Engenheiro-agrônomo, Mestre em Ciência do Solo

Assessor técnico da Cooperativa Central de Tecnologia, Desenvolvimento e Informação (Coopertec), Chapecó, SC

E-mail: doiuspido@gmail.com

Eduardo César Medeiros Saldanha

Engenheiro-agrônomo, Doutor em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas

Especialista agrônomo sênior do Departamento técnico da Yara Brasil Fertilizantes, Maceió, AL

E-mail: saldanhaecm@gmail.com

Enilson de Barros Silva

Engenheiro-agrônomo, Doutor em Ciência do Solo

Professor Titular da UFVJM, *Campus* Juscelino Kubitschek, Departamento de Agronomia, Diamantina, MG

E-mail: ebsilva@ufvjm.edu.br

Fábio Gelape Faleiro

Engenheiro-agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento.

Pesquisador da Embrapa Cerrados, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Planaltina, Brasília, DF

E-mail: fabio.faleiro@embrapa.br

Ivani Teixeira de Oliveira

Engenheira-agrônoma, Doutora em Fitossanidade.

Professora Adjunta da UFVJM, *Campus* Juscelino Kubitschek, Departamento de Agronomia, Diamantina, MG

E-mail: ivani.teixeira@ufvjm.edu.br

José Carlos Barbosa dos Santos

Engenheiro-agrônomo

UFVJM, *Campus* Juscelino Kubitschek, Departamento de Agronomia, Diamantina, MG

E-mail: jose.santos@ufvjm.edu.br

José Darcio Abrantes Sarmiento

Engenheiro-agrônomo, Doutor em Fitotecnia/Fisiologia Pós-colheita de Frutos e Hortaliças.

Universidade Federal Rural do Semiárido, UFRSA, *Campus* Mossoró, RN

E-mail: darcioabrantess@yahoo.com.br

Lilian de Araújo Pantoja

Licenciada em Ciências Biológicas, Doutora em Biotecnologia.
Professora Associada da UFVJM, *Campus* Juscelino Kubitschek, Instituto de Ciência e Tecnologia, Diamantina, MG
E-mail: l.pantoja@ict.ufvjm.edu.br

Lidiane Camargo

Engenheira-agrônoma, Mestre em Agroecossistemas
Extensionista Rural na Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri, Maracajá, SC
E-mail: lidianecamargo@epagri.sc.gov.br

Marcia Regina Costa

Agrônoma, Doutora em Genética e Melhoramento
Professora Adjunta da UFVJM, *Campus* Juscelino Kubitschek, Departamento de Agronomia, Diamantina, MG
E-mail: marcia.costa@ufvjm.edu.br

Marcus Alvarenga Soares

Engenheiro-agrônomo, Doutorado em Entomologia
Professor Associado da UFVJM, *Campus* Juscelino Kubitschek, Departamento de Agronomia, Diamantina, MG
E-mail: marcus.alvarenga@ufvjm.edu.br

Maria do Céu Monteiro da Cruz

Engenheira-agrônoma, Doutorado em Agronomia/Fruticultura
Professora Associada da UFVJM, *Campus* Juscelino Kubitschek, Departamento de Agronomia, Diamantina, MG
E-mail: mariceu@ufvjm.edu.br

Myrlene de Oliveira Ottone

Farmacêutica, Mestre em Química
Doutoranda em Biocombustíveis/Processos químicos e bioquímicos, UFVJM, *Campus* Juscelino Kubitschek, Instituto de Ciência e Tecnologia, Diamantina, MG
E-mail: myrlene.ottone@ufvjm.edu.br

Nilton Tadeu Vilela Junqueira

Engenheiro-agrônomo, Doutor em Fitopatologia
Pesquisador da Embrapa Cerrados, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Planaltina, Brasília, DF
Email: nilton.junqueira@embrapa.br

Railene Hérica Carlos Rocha Araújo

Engenheira-agrônoma, Doutora em Fitotecnia/Fisiologia Pós-colheita de Frutos e Hortaliças
Professora Associada da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Centro de
Ciências e Tecnologia de Alimentos, *Campus* Pombal, PB
E-mail: raileneherica@ccta.ufcg.edu.br

Ricardo Sant’Anna Martins

Engenheiro-agrônomo, Mestre em Agroecossistemas
Extensionista Rural na Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa
Catarina – Epagri, Maracajá, SC
E-mail: ricardomartins@epagri.sc.gov.br

Rodrigo Amato Moreira

Engenheiro-agrônomo, Doutor em Agronomia/Fruticultura
Professor do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – IFNMG, *Campus* Januária, MG
E-mail: rodrigo.moreira@ifnmg.edu.br

Samuel Cunha Oliveira Giordani

Biólogo, Doutor em Produção Vegetal: Melhoramento Vegetal
Técnico do Laboratório de Biologia, *Campus* Juscelino Kubitschek, Departamento de
Ciência Biológicas, Diamantina, MG
E-mail: samuel.giordani@ufvjm.edu.br

Saymon Antônio Dela Bruna Zeferino

Engenheiro-agrônomo
Extensionista Rural na Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa
Catarina – Epagri, Maracajá, SC
E-mail: saymonzeferino@epagri.gov.br

Tatiana Nunes Amaral

Engenheira de Alimentos, Doutora em Ciências dos Alimentos.
Professora Adjunta da UFVJM, *Campus* Juscelino Kubitschek, Instituto de Ciência e
Tecnologia, Diamantina, MG
E-mail: tatiana.amaral@ict.ufvjm.edu.br

REVISORES AD HOC

Janice Maria Waituch Reiter
Epagri/Cepa – Florianópolis, SC

Rogério Goulart Junior
Epagri/Cepa – Florianópolis, SC

Candida Elisa Manfio
Epagri/Estação Experimental de Itajaí – Itajaí, SC

Ivan Dagoberto Faoro
Epagri/Estação Experimental de Caçador – Caçador, SC

Lúcia Sadayo Assari Takahashi
Universidade Estadual de Londrina – Londrina, PR

Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho
Embrapa Agroindústria Tropical – Fortaleza, CE

Alessandro Borini Lone
Epagri/Estação Experimental de Itajaí – Itajaí, SC

Eduardo Cesar Brugnara
Epagri/Cepaf – Chapecó, SC

Ivar Antonio Sartori
IFC/Campus Santa Rosa do Sul – Santa Rosa do Sul, SC

Leandro Hahn
Epagri/Estação Experimental de Caçador – Caçador, SC

Juracy Caldeira Lins Junior
Epagri/Estação Experimental de Caçador – Caçador, SC

André Boldrin Beltrame
Epagri/Estação Experimental de Itajaí – Itajaí, SC

Luana Aparecida Castilho Maro
Epagri/Estação Experimental de Itajaí – Itajaí, SC

Sandra Denise Camargo Mendes
Epagri/Estação Experimental de Lages – Lages, SC

Mariuccia Schlichting de Martin

Epagri/Estação Experimental de São Joaquim – São Joaquim, SC

Cláudio Keske

IFC/*Campus* Rio do Sul – Rio do Sul, SC

Carlos Roberto Martins

Embrapa Clima Temperado – Pelotas, RS

APRESENTAÇÃO

A produção de pitaiá é uma alternativa econômica para os fruticultores brasileiros. Esta publicação tem por objetivo apresentar informações técnico-científicas para a produção desta espécie, que possui origem nas Américas e é conhecida mundialmente. Este livro reúne as principais informações técnicas de pesquisas desenvolvidas por várias instituições de pesquisa e ensino do Brasil para o cultivo das espécies de pitaiá.

Os capítulos foram elaborados por profissionais com experiência em diferentes áreas do conhecimento que se empenharam em apresentar os conteúdos para tornar a publicação uma referência, informando sobre os aspectos técnicos mais relevantes para os cultivos comerciais.

Além de conhecer os principais aspectos relacionados à importância econômica da cultura, o leitor irá encontrar nos 11 capítulos do livro informações sobre os novos cultivares desenvolvidos para as condições brasileiras, descrições detalhadas da biologia floral para a polinização e a produtividade dos pomares. Entre os diversos tópicos abordados, também merecem destaque a aquisição de mudas, os cuidados necessários para a instalação de pomares, a adubação, o manejo de pragas, doenças, colheita, pós-colheita, bem como as possibilidades de produção orgânica, de processamento e aproveitamento da fruta na indústria.

A obra é destinada a produtores, técnicos, extensionistas, professores e estudantes da área de fruticultura. Trata-se, sem dúvida, de uma fonte de consulta que irá contribuir com a ampliação e a consolidação da produção de pitaiá no país, apresentando o desenvolvimento de técnicas para a produção sustentável.

A Diretoria Executiva

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de MG (FAPEMIG) pelo financiamento de pesquisas e pela concessão de bolsas que possibilitaram os resultados apresentados neste livro.

Aos autores dos capítulos pelo apoio, compromisso, dedicação e por dividir a responsabilidade para a publicação deste livro.

A toda equipe técnica que não mediu esforços para disponibilizar esta obra a todos os interessados pelo assunto.

Sumário

APRESENTAÇÃO	9
AGRADECIMENTOS	11
1 Importância econômica, social e alimentar	19
1.1 Importância econômica e social	19
1.1.1 Expansão no mercado	20
1.2 Importância alimentar	25
1.3 Perspectivas no Brasil	29
REFERÊNCIAS	32
2 Espécies, melhoramento genético e cultivares	35
2.1 Taxonomia e diversidade genética.....	36
2.2 Conservação, caracterização e uso de recursos genéticos	38
2.3 Principais resultados e tecnologias relacionadas ao melhoramento genético.....	44
2.4 Cultivares desenvolvidos	57
2.4.1 BRS Lua do Cerrado (BRS LC)	57
2.4.2 BRS Luz do Cerrado (BRS LZC).....	58
2.4.3 BRS Minipitaia do Cerrado (BRS MPC).....	59
2.4.4 BRS Granada do Cerrado (BRS GC)	60
2.4.5 BRS Âmbar do Cerrado (BRS AC)	61
2.5 Registro e proteção de cultivares geneticamente superiores.....	62
2.6 Pós-melhoramento, transferência de tecnologia e inovação	63
2.7 Considerações finais.....	65
REFERÊNCIAS	66
3 Biologia floral e polinização	70
3.1 Biologia floral	70
3.2 Morfologia floral	71
3.3 Polinização e agentes polinizadores	78
3.4 Variações climáticas na polinização	85
3.5 Perspectivas para a expansão das áreas de cultivo	86
REFERÊNCIAS	88

4 Propagação	92
4.1 Propagação sexuada	92
4.2 Propagação assexuada	98
4.2.1 Estaquia	99
4.2.2 Enxertia.....	106
4.2.3 Micropropagação	112
REFERÊNCIAS	115
5 Instalação de pomares e práticas culturais	120
5.1 Fatores importantes no planejamento de um pomar	120
5.1.1 Viabilidade econômica	120
5.1.2 Viabilidade técnica	121
5.1.2.1 Mercado	121
5.1.2.2 Condições climáticas	122
5.1.2.3 Escolha de espécies e cultivares para o plantio.....	124
5.1.2.4 Condições físicas, químicas e biológicas do solo	124
5.2 Instalação do pomar	125
5.2.1 Aquisição de mudas.....	125
5.2.2 Preparo do solo	125
5.2.3 Sistema de alinhamento, marcação e espaçamento de plantio	129
5.2.4 Abertura e preparo de covas para o plantio.....	130
5.2.5 Plantio e tutoramento das plantas	133
5.3 Práticas culturais após-plantio.....	136
5.3.1 Podas para condução das plantas	137
5.3.2 Manejo de plantas daninhas	139
5.3.3 Irrigação.....	142
5.3.4 Sombreamento.....	144
REFERÊNCIAS	148
6 Calagem, adubação e nutrição das plantas	152
6.1 Acúmulo de nutrientes	152
6.2 Calagem.....	154
6.2.1 Cuidados para realização da calagem.....	158
6.3 Adubação mineral e orgânica	159
6.4 Fontes comerciais de nutrientes	166
REFERÊNCIAS	172

7 Pragas potenciais associadas aos cultivos de pitaia no Brasil	176
7.1 Pragas da fase vegetativa	176
7.1.1 Lagarta <i>Spodoptera cosmioides</i> (Lepidoptera: Noctuidae).....	176
7.1.2 Lagarta <i>Chrysodeixis includens</i> (Lepidoptera: Noctuidae).....	178
7.1.3 Vaquinha - <i>Diabrotica speciosa</i> (Coleóptera: Chrysomelidae).....	179
7.2 Pragas das fases vegetativa e produtiva	180
7.2.1 Formigas - <i>Atta sexdens</i> , <i>Atta cephalotes</i> , <i>Crematogaster evallans</i> , <i>Dorymyrmex brunneus</i> , <i>Dorymyrmex insanus</i> , <i>Linepithema neotropicum</i> e <i>Solenopsis</i> sp. (Hymenoptera: Formicidae)	180
7.2.2 Pulgão - <i>Myzus persicae</i> (Hemiptera: Aphididae).....	184
7.3 Pragas da fase produtiva	185
7.3.1 Abelha arapuá - <i>Trigona spinipes</i> (Hymenoptera: Apidae: Meliponinae)	185
7.3.2 Ácaros - <i>Tetranychus</i> spp. (Acari: Tetranychidae)	188
7.3.3 Moscas das frutas <i>Anastrepha</i> spp. e <i>Ceratitis capitata</i> (Diptera: Tephritidae)	189
7.3.4 Percevejo - <i>Leptoglossus zonatus</i> (Hemiptera: Coreidae)	191
7.4 Considerações finais	192
REFERÊNCIAS	193
8 Doenças	200
8.1 Doenças relatadas	200
8.1.1 Doenças fúngicas.....	204
8.1.2 Doenças bacterianas	221
8.1.3 Doenças virais.....	223
8.1.4 Doenças nematódeas	225
8.2 Prejuízos e impactos no Brasil	227
8.3 Perspectivas e estratégias para o manejo de doenças no Brasil.....	229
REFERÊNCIAS	230
9 Colheita e pós-colheita	238
9.1 Determinação do ponto de colheita.....	238
9.1.1 Mudanças na coloração da casca	239
9.1.2 Firmeza da polpa	240
9.1.3 Sólidos solúveis	242
9.1.4 Acidez titulável	243
9.1.5 Número de dias após a antese	244

9.2 Manuseio pós-colheita	245
9.3 Classificação	247
9.4 Armazenamento	248
9.5 Qualidade pós-colheita.....	252
9.5.1 Perda de massa fresca	252
9.5.2 Firmeza	252
9.5.3 Sólidos solúveis	253
9.5.4 Acidez titulável	254
9.5.5 Aparência externa	255
9.5.5.1 Aparência do cladódio	255
9.5.5.2 Aparência da escama.....	256
9.5.6 Aparência interna	256
9.5.7 Açúcares	256
9.5.8 Ácido ascórbico	257
9.5.9 Compostos fenólicos	258
9.5.10 Composição de betacianinas e betaxantinas.....	258
9.5.11 Atividade antioxidante	258
REFERÊNCIAS	260
10 Processamento e aproveitamento tecnológico	266
10.1 Potencial tecnológico	266
10.1.1 Aspectos físicos	267
10.1.2 Aspectos físico-químicos, químicos e nutricionais	268
10.1.3 Aspectos sensoriais	274
10.2 Processamento.....	275
10.2.1 Colheita, transporte e recepção	277
10.2.2 Seleção e limpeza	278
10.2.3 Armazenamento e beneficiamento	278
10.3 Produtos obtidos	280
10.3.1 Produtos obtidos a partir da polpa e suco.....	280
10.3.1.1 Suco de pitaiá	280
10.3.1.2 Geleias.....	283
10.3.1.3 Doce em massa	285
10.3.1.4 Sorvete	288
10.3.1.5 Bebida alcoólica fermentada	291

10.3.1.6 Vinagre	294
10.3.1.7 Pitaia desidratada	296
10.3.2 Produtos oriundos da casca, semente e flor	297
10.3.2.1 Muffin	297
10.3.2.2 Óleo	299
10.3.2.3 Chá.....	300
10.3.2.4 Pão.....	303
10.3.2.5 Corante natural.....	303
REFERÊNCIAS	306
11 Cultivo orgânico	319
11.1 Panorama do cultivo da pitaia em Santa Catarina.....	319
11.2 Cultivo orgânico da pitaia	319
11.3 Aspectos legais do Sistema de cultivo orgânico	320
11.4 Certificação participativa no Sul Catarinense	321
11.5 Aspectos do cultivo orgânico da pitaia na região sul catarinense	325
11.5.1 Escolha e preparo da área	325
11.5.2 Quebra-ventos e cordões vegetais	326
11.5.3 Adubação orgânica	327
11.5.4 Ciclagem de nutrientes e manejo de cladódios da poda	329
11.5.5 Uso de plantas de cobertura	329
11.5.6 Sobressemeadura de espécies de inverno	333
11.5.7 Consorciação de hortaliças em pomares jovens.....	337
11.5.8 Integração de pitaia com pecuária	337
11.6 Processos de nutrição e proteção vegetal	338
11.6.1 Fertilizantes bióticos: biofertilizante e microrganismos eficientes	339
11.6.2 Fertilizantes abióticos: calda bordalesa, sulfocálcica e pó de rocha.....	343
11.6.3 Protetores para controle de pragas.....	344
11.7 Desafios para o cultivo orgânico.....	345
REFERÊNCIAS	346

1 Importância econômica, social e alimentar

Introdução

Maria do Céu Monteiro da Cruz,
Rodrigo Amato Moreira

A pitia é uma fruta de grande potencial com possibilidade de cultivo em todas as regiões do país. As suas propriedades nutricionais e medicinais favorecem a utilização para consumo ao natural e como matéria-prima para diversos produtos na indústria e, por isso, é uma alternativa viável de cultivo em pequenas e grandes áreas. Além dessas características, necessita de poucos insumos químicos, sendo opção para o cultivo orgânico.

O aumento das pesquisas com a divulgação dos benefícios da pitia, aliado à mudança no hábito alimentar da população brasileira e à sua aparência atraente, têm favorecido o aumento do consumo. A produção brasileira é contudo insuficiente para atender à demanda interna, havendo necessidade de importação, que pode ser reduzida com a expansão do cultivo nos próximos anos.

Este cenário propicia enormes possibilidades de mercado para a produção de pitia e para a comercialização ao natural e de produtos industrializados no Brasil. Isso, no entanto, demanda investimentos na geração de tecnologia adaptada às condições brasileiras. Além disso, é importante que as novas tecnologias geradas cheguem ao alcance do setor produtivo, o que requer o esforço das diversas instituições de apoio à agricultura, bem como a realização de programas de fomento agrícola que permitam o aumento da oferta de alimentos e a geração de oportunidades no campo.

Neste capítulo são apresentadas informações relacionadas ao crescimento da produção brasileira de pitia, com base no volume de frutas comercializado no país, os benefícios do seu consumo a partir das pesquisas realizadas, considerando as linhas de ação importantes a partir do cenário atual e perspectivas para a superação dos desafios para a expansão do cultivo no país.

1.1 Importância econômica e social

A pitia surge como promissora entre as espécies frutíferas com boas perspectivas de cultivo e comercialização. Apesar de não estarem disponíveis dados atualizados do crescimento de área cultivada nos últimos anos, percebe-se que isso tem acontecido, a partir do volume crescente da fruta que circula nos centros de comercialização.

O cultivo da pitia é também uma opção para a agricultura familiar, considerando o custo de instalação e de manutenção do pomar e, principalmente, a reduzida necessidade de utilização de defensivos agrícolas. Além disso, o retorno para os produtores é rápido, pois no segundo ano inicia-se a produção, permitindo que os pequenos produtores possam destinar o seu produto ao mercado, seja para consumo ao natural, seja para a indústria de produtos alimentícios, como sucos, geleias, entre outras opções apresentadas no capítulo 10.

As atividades de implantação e de manejo dos pomares de pitia, assim como tem sido observado para a fruticultura em geral, demandam mão de obra intensiva para as

diversas práticas de manejo, como a poda, a polinização e a colheita, entre outras que são manuais ou semimecanizadas. Além disso, dependendo do tamanho da propriedade, pode ser aproveitada a mão de obra familiar, incentivando a geração de empregos diretos, com a fixação do homem no meio rural. Também é uma atividade que possibilita alto rendimento por área, sendo uma ótima alternativa para pequenas propriedades. Nas médias e grandes propriedades, o cultivo pode gerar inúmeros empregos, diretos e indiretos, em toda a sua cadeia produtiva.

A importância econômica da pitiaia pode ser avaliada considerando vários aspectos, como a boa aceitação do mercado consumidor, o seu valor nutritivo como fonte alimentar, as amplas formas de utilização da matéria-prima produzida e as oportunidades geradas na sua cadeia produtiva, de forma que o crescimento do plantio comercial é resultado da percepção destes aspectos.

1.1.1 Expansão no mercado

A pitiaia é uma fruta nova no Brasil e no mundo, se comparada a outras frutas tradicionais, como a laranja, por exemplo. Isso é notado pela baixa quantidade de pesquisas publicadas até a década de 1990 (MIZRAHI, 2014). No entanto, o número de publicações tem crescido rapidamente nos últimos anos, evidenciando o interesse mundial pela fruta. Isso também reflete o cenário brasileiro, pois a espécie *Selenicereus undatus* passou a ser cultivada na década de 1990, no estado de São Paulo (NUNES et al., 2014). De acordo com a revisão apresentada por estes autores outras espécies foram introduzidas na década de 2000, a exemplo da *Hylocereus polyrhizus*. Nessa época, uma espécie nativa do Brasil *Selenicereus setaceus*, conhecida como saborosa ou pitiaia-do-cerrado passou a ser estudada (JUNQUEIRA et al., 2002). A partir de então, pesquisas têm sido desenvolvidas em diferentes áreas do conhecimento, como propagação, melhoramento, manejo do solo e da planta, nutrição, processamento da fruta, entre outras em andamento. Embora estes estudos sejam importantes, é necessário avançar ainda mais para o estabelecimento das áreas produtoras no país.

Informações sobre as áreas de produção com pitiaia no Brasil são escassas porque os dados atualizados relacionados à área cultivada, área colhida e rendimento ainda não aparecem nas estatísticas. O único levantamento realizado até o momento foi realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2017, que relatou, preliminarmente, área de 536 hectares e produção de 1.459 toneladas. De acordo com esse levantamento, os principais estados cultivadores são São Paulo, Goiás, Santa Catarina, Pará e Minas Gerais (Figura 1).

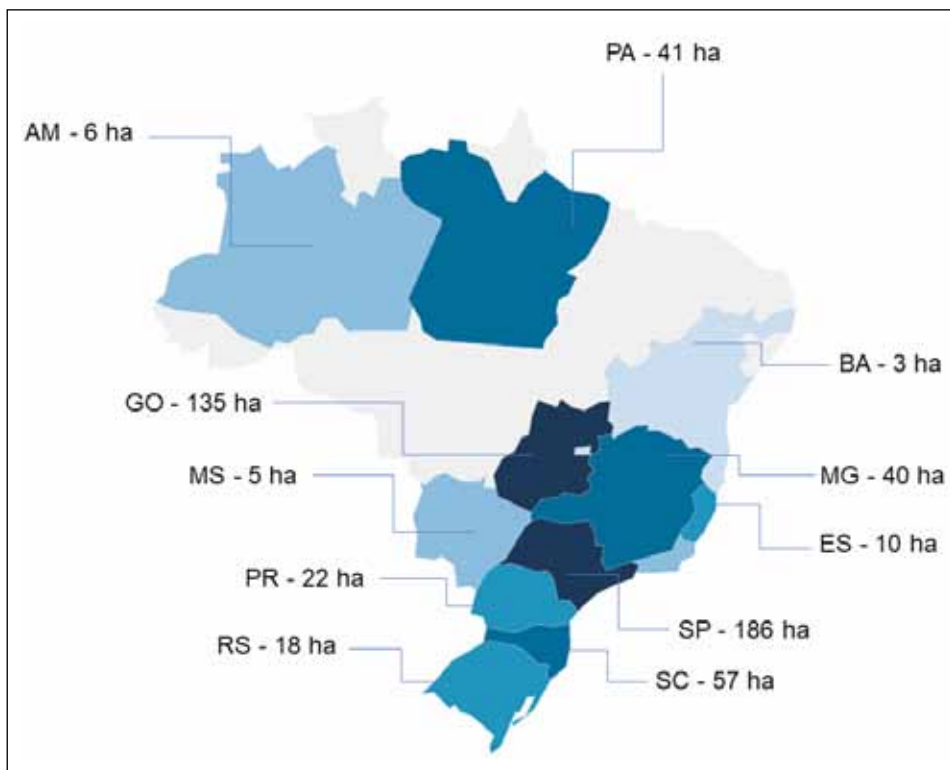


Figura 1. Área de produção em hectares (ha) dos estados produtores de pitaia no Brasil
 Fonte: IBGE (2017)

Vale ressaltar que, no cenário atual, as áreas cultivada e colhida no país, assim como a produção, estão em ampla expansão. Dados dos relatórios de projeto da fruticultura Epagri/Cepa levantaram uma área total de 122ha, sendo 87ha colhidos na safra 2017/18 no estado de Santa Catarina (segundo maior produtor no Brasil), representando aumentos de 63% da área total e 43% da área colhida em relação à safra anterior (GOULART JUNIOR et al., 2019; 2020). De acordo com o último relatório destes autores, a produtividade média na região também tem aumentado e os produtores têm alcançado em torno de 15 toneladas por hectare.

Os dados disponibilizados pelo programa brasileiro de modernização do mercado hortigranjeiro (Prohort), de todas as unidades da Central de Abastecimento de Hortifrutigranjeiros (Ceasa), apontam que a quantidade de pitaia comercializada tem aumentado significativamente nos últimos anos (Figura 2), despertando o interesse de produtores e comerciantes nas diferentes unidades regionais brasileiras.

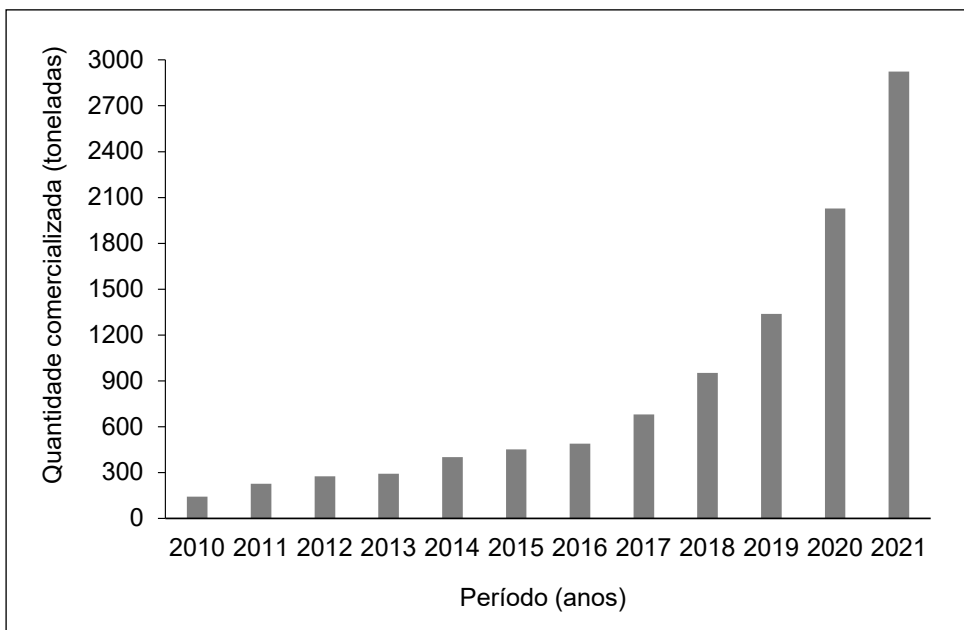


Figura 2. Quantidade de pitaia comercializada nas unidades da Ceasa produzida em diferentes estados brasileiros, no período de 2010 a 2021

Fonte: Elaborado pelos autores com dados do Prohort (2020 e 2021)

De acordo com os dados do Prohort, nos últimos dez anos houve aumento de mais de 1000% na quantidade de pitaia ofertada nos centros de comercialização do país. Em 2010 eram comercializadas em torno de 142 toneladas de pitaia nas unidades da Ceasa e, atualmente, este volume ultrapassa mais de 2.924 toneladas, (PROHORT, 2020; 2021).

O estado de São Paulo é o principal produtor de pitaia do Brasil, seguido por Santa Catarina. Juntos, estes estados respondem por mais 70% do volume comercializado nas unidades da Ceasa nos últimos anos, desconsiderando os dados de Rio grande do Sul, Pará, Ceará e Bahia, que não foram divulgados no relatório de 2021 (Tabela 1). De acordo com os relatórios de comercialização, existem produtores de pitaia em, pelo menos, 12 estados brasileiros. Além de São Paulo e Santa Catarina, a produção de pitaia vem crescendo no Pará, Minas Gerais, Ceará, Paraná, Goiás, Espírito Santo e no Distrito Federal.

Tabela 1. Participação, por estado e colombiana, de pitaia ofertada nos centros de comercialização, em 2019, 2020 e 2021

Origem	Participação (%)		
	2019	2020	2021
SP	44,24	48,24	58,14
SC	31,69	28,73	30,76
RS	7,48	1,94	-
PA	4,82	8,35	-
MG	3,36	3,77	3,99
CE	1,99	3,56	-
PR	1,23	3,16	3,41
DF	0,85	1,01	1,20
GO	1,61	1,58	1,14
RJ	1,59	0,74	0,55
ES	0,15	0,30	0,59
BA	0,06	0,28	-
Colômbia	0,95	0,56	0,21

Fonte: Elaborado pelos autores com dados do Prohort (2021 e 2022); Goulart Junior, et al., 2020

- Dados não divulgados no relatório de comercialização de 2020 e 2021

Em relação à importação, a Colômbia é o país que oferta a maior quantidade de pitaia para o Brasil (PROHORT, 2020, 2021). Os dados evidenciam que, embora o Brasil seja importador de pitaia, a maior quantidade ofertada é de origem nacional, a qual tem apresentado crescimento significativo, mas ainda insuficiente para abastecer o mercado, principalmente nos meses de maio a novembro (Figura 3), por ser o período de entressafra dos principais produtores no Brasil. Isso representa um incentivo para a ampliação da área cultivada com pitaia no país, pois a diversidade climática das regiões brasileiras possibilita a oferta na entressafra para o preenchimento dessa janela deixada pelos produtores das regiões Sul e Sudeste.

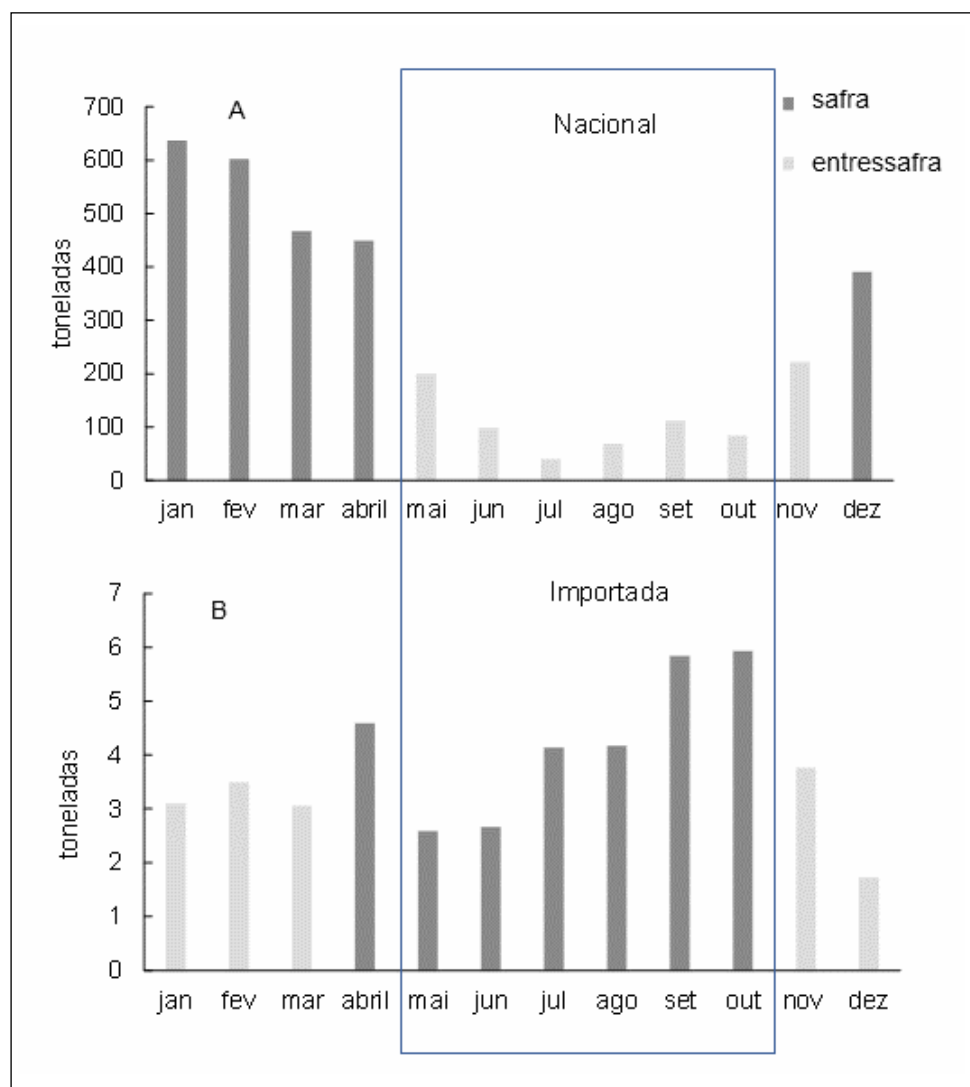


Figura 3. Época e quantidade de oferta de pitaya, nacional (A) e importada (B), nos centros de comercialização do Brasil, de 2019 e 2020

Fonte: Elaborado pelos autores com dados do Prohort (2020)

As possibilidades de aumentar a participação da pitaiia nos mercados interno e externo são amplas porque as condições climáticas de algumas regiões brasileiras possibilitam a produção na maior parte do ano e em épocas diferentes.

A comercialização de pitaiia também pode ser realizada diretamente por produtores, principalmente os pequenos que comercializam a fruta em feiras livres. Isso acontece quando a produção é proveniente de uma área pequena, ou acontece em volumes que possibilitam a comercialização apenas de safras esporádicas, tendo em vista o baixo nível tecnológico utilizado no sistema de produção. Em virtude disso, acredita-se que o volume de pitaiia comercializado no país é maior que o disponibilizado pelo setor atacadista.

O aumento do consumo de pitaiia no Brasil se deve à difusão das propriedades que destacam a fruta como um alimento funcional. Isso também tem impulsionado a pesquisa para o desenvolvimento de novas tecnologias com o objetivo de ampliar a utilização da pitaiia na indústria, além do consumo na sua forma natural, que é a destinação da maior parte da produção. Todos esses aspectos são importantes para aumentar a produção e a produtividade, possibilitando, assim, a redução do custo para o produtor e tornando a pitaiia mais acessível para o consumidor.

1.2 Importância alimentar

As pitaiias têm se destacado por sua aparência externa e interna, alto teor de água, baixas calorias, além de compostos bioativos que as tornam atrativas para consumo. Além disso, estas frutas têm reconhecido valor nutritivo, pois são fonte de proteínas, lipídeos, fibras, minerais e carboidratos ao serem consumidas ao natural e apresentam grande potencial ao serem processadas para elaboração de produtos alimentícios (ver capítulo 10).

No que se refere ao valor nutricional, os estudos que apresentam a composição centesimal de pitaiias produzidas em diferentes regiões no Brasil demonstram variação em função da espécie e do local de cultivo (Tabela 2), comparando-se os resultados das frutas de espécies *S. undatus* e *H. polyrhizus* produzidas em São Paulo (ABREU et al., 2012), Minas Gerais (RABELO et al., 2020b) e Rio Grande do Sul (UTPOTT et al., 2018), o que pode estar relacionado com o manejo dos pomares. De maneira geral, as pitaiias apresentam alto teor de água, com mais de 80% na polpa (Tabela 2), baixa quantidade de lipídios (menor que 1%), comparando-se a outras frutas como o abacate, por exemplo, que contém em torno de 5,3 a 31,1% de lipídeos na polpa dependendo do cultivar (TANGO et al., 2004). Os lipídios são gorduras encontradas nos alimentos e, no caso das frutas, são dos tipos monoinsaturadas e poli-insaturadas. Tais substâncias, ao serem consumidas em quantidades adequadas, reduzem as chances de desenvolvimento de doenças cardiovasculares. Isso porque as gorduras monoinsaturadas contribuem para o controle do colesterol, pois reduzem os níveis de colesterol ruim (LDL) no sangue e estimulam o aumento dos níveis do colesterol bom (HDL), enquanto as poli-insaturadas são ricas em ácidos graxos essenciais, como o Ômega 3 e o Ômega 6, por exemplo (DONADIO & ZACCARO, 2016).

Tabela 2. Composição centesimal e energia (Kcal) da polpa das pitaias produzidas *pelas espécies Selenicereus polyrhizus* e *S. undatus* nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio Grande do Sul.

Componentes	SP	MG ¹	MG ²	RS
Umidade (%)	86,8-86,9	86,3-86,0	83,4-82,0	86,8-86,9
Proteínas (%)	1,7-1,10	0,78-1,30	0,78-1,30	1,77-1,10
Lipídeos (%)	0,87-0,45	0,54-0,43	0,54-0,43	0,87-0,45
Fibras (%)	4,2-2,60	1,9-2,50	2,5-3,40	4,21-2,58
Resíduo mineral fixo (%)	0,89-0,69	0,41-0,40	0,54-0,61	0,89-0,69
Carboidratos (%)	5,5-8,20	10,1-10	13,9-14,0	5,5-8,25
Energia (Kcal) ¹	36,4-41,5	47,6-49,1	63,4-65,1	36,41-41,5

Energia: (% proteína + % carboidratos) x 4 + (% lipídeos) x 9; SP: ABREU et al., 2012; MG¹ = Sem adubação complementar com K₂O e MG² = Com 222kg ha⁻¹ de K₂O (RABELO et al., 2020b); RS (UTPOTT et al., 2018)

Em relação ao valor energético, as pitaias estão no grupo das frutas de baixo teor de calorias (Tabela 2), comparadas a frutas como abacate (96 a 160kcal 100g⁻¹), banana (78 a 128kcal 100g⁻¹), açaí (110kcal 100g⁻¹) e pequi (210kcal 100g⁻¹), por exemplo (DONADIO & ZACCARO, 2016). As calorias são a soma das proteínas, dos lipídeos e dos carboidratos, compostos que, posteriormente, são transformados em energia. Esta informação é importante, tendo em vista que os consumidores estão, a cada dia, mais atentos à qualidade da alimentação, preferindo o consumo de alimentos mais saudáveis. Dessa forma, é importante conhecer a quantidade de calorias que é ingerida nas refeições para a composição da dieta diária.

A diferença na composição das pitaias em diferentes condições de cultivo pode ser justificada pela disponibilidade de nutrientes no solo, além das condições do clima e das características genéticas das espécies. A influência da fertilidade do solo, ou do manejo da adubação para a composição das frutas é um aspecto importante para os produtores, pois plantas equilibradas nutricionalmente apresentam menores teores de umidade, aumenta o teor de fibras, carboidratos e minerais (RABELO et al., 2020b).

O teor de umidade da fruta determina os cuidados com o armazenamento e a utilização das embalagens adequadas, além de influenciar o processamento, a qualidade e a composição nutricional. Isso porque o teor de água solubiliza importantes compostos, como vitaminas, minerais, açúcares e ácidos, favorecendo o desenvolvimento de microrganismos, de forma que a segurança e a vida de prateleira sejam comprometidas (BOBBIO & BOBBIO, 2003).

As informações sobre a composição das frutas são importantes para orientar o consumo alimentar e verificar a adequação nutricional à dieta do consumidor, mas também podem ser utilizadas para indicar os cuidados necessários na conservação após a colheita e avaliar a exportação de nutrientes pelas frutas.

Na composição mineral observa-se que as pitaias são fontes de nutrientes, com destaque para o potássio (K), assim como observado na composição de outras frutas, como

a banana, por exemplo. Pitaia de polpa branca e vermelha, no Brasil, têm apresentado teores de K entre 164 a 213mg 100g⁻¹ de polpa (RABELO et al., 2020a; CORDEIRO et al., 2015). De acordo com os resultados, o consumo de 100g de pitiaia pode suprir de 2,4% e 4,5% das recomendações diárias de K para uma pessoa adulta (Tabela 3). Entretanto, a composição pode variar de acordo com o manejo do pomar e as características genéticas da espécie ou do cultivar.

Tabela 3. Composição química e percentagem de minerais fornecidos por 100g de polpa das pitaias

Fornecimento de minerais	100g de polpa	
	Quantidade ¹	% da necessidade recomendada ²
P (mg)	17 a 30	2,4 a 4,3
K (mg)	164 a 213	3,4 a 4,5
Ca (mg)	14 a 104	1,4 a 10,4
Mg (mg)	8 a 47	3,4 a 4,5
Fe (mg)	0,65 a 4,4	3,6 a 24,4
Zn (mg)	0,2 a 1,5	1,8 a 13,6
Mn (mg)	1,5 a 1,7	65,2 -73,9
Cu (mg)	0,29 a 0,34	32,2 a 37,3

¹Valores calculados com base nos teores de nutrientes avaliados na matéria seca da polpa de pitaias das espécies *Selenicereus polyrhizus* e *S. undatus* (CORDEIRO et al., 2015 e RABELO et al., 2020a), ²calculados com base na ingestão adequada de referência para homens adultos (Institute of Medicine, 2001 e 2005)

A exportação de nutrientes para a polpa das pitaias depende do solo, da disponibilização de nutrientes para as plantas mediante a adubação e da espécie ou do cultivar. Além disso, devem-se considerar as funções dos nutrientes no estabelecimento do sabor, da cor, do tamanho, da resistência a pragas e doenças e na conservação durante o armazenamento pós-colheita das frutas.

As pitaias se destacam no grupo de alimentos saudáveis pelos compostos bioativos, pela textura e pela quantidade de sementes em sua polpa, que também apresentam propriedades benéficas à saúde. Em relação aos compostos bioativos podem ser citados os polifenóis, os glicosinatos e os carotenoides, que são assim chamados pela sua capacidade de atuar como moduladores dos processos metabólicos, prevenindo o surgimento de doenças degenerativas (COZZOLINO, 2012). Estes compostos estão presentes nas frutas e, geralmente, a quantidade depende da capacidade da planta de sintetizá-los, a fim de formar um sistema de proteção. Dessa forma, a produção e a quantidade desses compostos são influenciadas pelo ambiente onde a planta se desenvolve.

A relação dos compostos bioativos presentes nas pitaias com os benefícios para a saúde do corpo humano se deve à capacidade antioxidante dos carotenoides e dos polifenóis (LIAO et al., 2020), os quais são capazes de reduzir o estresse oxidativo nas células do corpo, prevenindo doenças degenerativas. Nesse grupo estão os pigmentos e os compostos fenólicos da pitiaia.

Pesquisas demonstraram que a polpa e a casca são ricas em betalaínas, pigmento natural solúvel em água, que apresenta atividade antioxidante e desempenha um papel importante como fator protetor da saúde. As betalaínas podem ser divididas em dois grupos: as betacianinas, que têm coloração que varia do vermelho ao roxo, e as betaxantinas, de coloração amarela (DAMODARAN, et al., 2008). Em estudos realizados no Brasil, a concentração de betacianinas tem variado entre 28,1mg 100g⁻¹ na casca e 21mg 100g⁻¹ na polpa (SOUSA, 2015; REBOUÇAS, 2019). Essa característica nas pitaias amplia o seu potencial de exploração, conforme apresentado no capítulo 10, pois é evidente a preferência dos consumidores por produtos naturais e com menor uso de aditivos químicos, aliada aos relatos de alguns efeitos nocivos associados ao consumo de corantes sintéticos.

Em relação às vitaminas, em um estudo realizado no Brasil com pitaias de polpa branca e vermelha, foram observados teores de vitamina C entre 18mg a 21mg 100 g⁻¹, valores semelhantes ao teor médio de frutas como manga, maracujá, jabuticaba e tangerina 'Murcote' (ABREU et al., 2012). De acordo com os resultados desse estudo, o consumo de 100g de pitaias de polpa vermelha supre de 23% a 27,6% das recomendações diárias de vitamina C para uma pessoa adulta. Assim as pitaias podem contribuir para uma dieta benéfica à saúde humana devido à sua ação antioxidante, reduzindo o risco de doenças associadas aos efeitos dos radicais livres. Cabe ressaltar que as diferenças nesses teores observadas em vários estudos podem ocorrer devido à utilização de frutas com diferentes origens e estágio de maturação.

Quanto aos compostos fenólicos, como os flavonoides, os ácidos fenólicos, os taninos, as ligninas e os tocoferóis, os quais são estruturas químicas que conferem poder antioxidante e podem estar presentes em formas livres ou complexadas a açúcares e proteínas (SHAHIDI & NACZK, 1995), algumas classes são encontradas na casca e na polpa da pitaias, como os flavonóis, as flavonas, as antocianinas e as antocianidinas (LIRA et al., 2019). Entretanto, os teores desses compostos podem variar de acordo com a espécie, o cultivar, a origem e o tempo de armazenamento, uma vez que há diferenças do local de cultivo, das condições de armazenamento e ou das espécies de pitaias. Essa variação nos teores de compostos fenólicos totais tem sido observada em pitaias de diferentes espécies oriundas de Planaltina, DF, 12,3mg 100g⁻¹ (*S. megalanthus*), 15,8mg 100g⁻¹ (*S. setaceus*), 11,6 a 17,3mg 100g⁻¹ (*S. undatus*), 23,2mg 100g⁻¹ (*S. costaricensis*) (LIMA et al., 2013) e em pitaias provenientes do estado de São Paulo, 118,2mg 100g⁻¹ (*S. undatus*) e 124,5mg 100g⁻¹ (*S. polyrhizus*) (ABREU et al., 2012).

As sementes de pitaias também apresentam propriedades benéficas pois têm de 18,3% a 28,4% de óleo que possuem ação laxante suave e atividade antioxidante (LIM et al., 2010). As pesquisas relacionadas aos benefícios das sementes demonstram que o óleo presente nas sementes de pitaias auxilia na redução plasmática das lipoproteínas de baixa densidade, do colesterol de baixa densidade (LDL) e do colesterol total, porque têm alto percentual de ácido oleico, de 24,4% a 27%, o qual é um ácido graxo essencial pertencente à série ômega-9, rico em compostos bioativos, que apresenta propriedade antioxidante, anti-inflamatória e atividade cardioprotetora (RUI et al., 2009). Isso caracteriza os óleos das sementes de pitaias como uma matéria-prima valiosa (ver capítulo 10), tanto para nutrição quanto para aplicações farmacêuticas (LIM et al., 2010; VILLALOBOS-GUTIÉRREZ et al., 2012).

As pesquisas demonstram que as pitaias podem ser aproveitadas integralmente para a elaboração de diversos produtos, pois, além da polpa, as cascas e as sementes são fontes ricas de matéria-prima (ver capítulo 10).

1.3 Perspectivas no Brasil

O Brasil tem grandes possibilidades de ampliar e consolidar o cultivo da pitaiá, mas algumas barreiras ainda precisam ser transpostas na cadeia produtiva, entre as quais quatro áreas estratégicas podem ser destacadas como essenciais atualmente. A seguir, elas estão descritas:

I) Ausência de viveiros registrados para a produção de mudas nas diferentes regiões brasileiras: a qualidade da muda é fator essencial para o estabelecimento de um pomar capaz de produzir frutas de qualidade por ciclos sucessivos e alcançar produtividades rentáveis (ver capítulo 4).

A escolha de mudas de baixa qualidade, mesmo que inicialmente proporcione redução no custo de implantação do pomar, pode trazer problemas futuros. Por esta razão é fundamental a obtenção de mudas de qualidade a partir de viveiros qualificados e devidamente registrados, mesmo que as espécies de pitaiá sejam de fácil multiplicação a partir de técnicas assexuadas, conforme abordado no capítulo 4.

A decisão sobre adquirir as mudas ou produzi-las é importante antes da implantação do pomar. Para isso, alguns critérios devem ser considerados, como custo de aquisição ou de produção das mudas e possibilidade de obter material propagativo com qualidade sanitária, lembrando que alguns problemas que afetam os pomares de pitaiá no Brasil são estabelecidos a partir das mudas e a estrutura para a produção das mudas que inclui mão de obra, substratos, instalações e irrigação.

É importante ressaltar que os viveiros dispõem de infraestrutura adequada para produzir mudas em escala comercial e podem disponibilizar mudas de alto padrão e devidamente fiscalizadas por órgãos oficiais que atestem a origem do material genético e a isenção de patógenos. É importante, ainda, considerar que, se a decisão for pela produção de mudas para uso próprio, elas não poderão ser comercializadas, a menos que o produtor efetue seu registro junto ao Registro Nacional de Sementes e Mudas (Renasem), no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa).

II) Lançamento de cultivares adaptados às condições brasileiras. O melhoramento genético enfrenta inúmeros desafios para produção, seleção e lançamento de cultivares de pitaiá que apresentem alta produtividade, produção de frutas com qualidade para o mercado, resistência a pragas e doenças e adaptação às condições brasileiras, conforme abordado no capítulo 2. Isso porque, no atual cenário, alcançar alta produtividade e produzir com qualidade durante o ano todo é uma das perspectivas dos produtores que visam se tornar concorrentes nos mercados externo e interno.

A busca por cultivares autocompatíveis e resistentes a altas temperaturas e irradiâncias também faz parte dos programas de melhoramento (OLIVEIRA et al., 2020), pois as espécies de polinização cruzada dependem da oferta de pólen para a produção de frutas com tamanho comercial e as altas temperaturas limitam o cultivo em condições onde ocorre estresse térmico para as plantas.

A diversificação nos pomares com o plantio de espécies ou cultivares diferentes é uma estratégia para alcançar diferentes mercados e competir contra eventuais mudanças de preço nas épocas de maior oferta.

A introdução de materiais genéticos resistentes a problemas fitossanitários é fundamental para evitar prejuízos, tendo em vista a ausência de agrotóxicos registrados especificamente para a pitaiia no Brasil. Isso porque, no estágio atual, as tecnologias disponíveis permitem a combinação de métodos de controle, principalmente de caráter preventivo, o que, por um lado, é bom para produtores que cultivam de forma orgânica, embora eles fiquem susceptíveis a perdas maiores, principalmente no que se refere a pragas que causam danos externos nas frutas, inviabilizando a comercialização.

O desenvolvimento de cultivares que apresentem o equilíbrio açúcar/acidez das pitaiias, bem como a sua capacidade de resistência ao transporte e maior tempo de conservação durante o armazenamento, também é importante, pois está entre as principais características desejáveis para os cultivares que visam ao mercado de frutas destinadas ao consumo na sua forma natural.

III) Importância de informações sobre a necessidade de calagem e fertilização dos pomares. Por serem perenes, o cultivo de espécies de pitaiia exige critérios e práticas específicas para as adubações e a calagem. Nesse quesito, as pesquisas já foram iniciadas no Brasil, conforme abordado no capítulo 6, porém, há muitos desafios para os próximos anos.

Por se tratar de uma espécie frutífera perene, atualmente buscam-se recomendações dos mais diversos tipos. Algumas recomendações predizem a adubação e a calagem a partir dos resultados obtidos na análise de solo e de tecido vegetal, crescimento e expectativa de produção. Como as espécies perenes têm vida produtiva superior a 10 anos, surgem dúvidas relacionadas à calagem. Nas demais espécies, após quatro ou cinco anos, pode ser necessária a realização de uma nova correção do solo. Tendo em vista o início do cultivo no país e a complexidade das pesquisas em condições de campo, as respostas são demoradas.

Cabe ressaltar que, embora as pitaiias sejam da família das *cactáceas* e apresentem o metabolismo ácido das *crassuláceas* (CAM), o que permite a sobrevivência em condições adversas, elas respondem satisfatoriamente ao manejo da adubação. Nesse sentido, vale a regra geral de que, no fornecimento de nutrientes para as plantas, tem que haver umidade suficiente no solo para que os nutrientes sejam absorvidos pelas plantas.

Nesta área existem poucas informações e muitos interessados pelo tema. Com isso, as pesquisas precisam avançar, buscando respostas para as diferentes perguntas. Há, ainda, muitas dúvidas a serem dirimidas para que o cultivo continue crescendo, mas para isso é necessário um incentivo para ampliar o número de pesquisas nas áreas de fertilidade do solo e nutrição.

IV) Classificação, embalagem, armazenamento e logística. A estrutura de armazenamento, logística e o desenvolvimento de embalagens adequadas são fundamentais para que as pitaiias cheguem com qualidade ao consumidor. Isso porque a colheita da maioria das pitaiias, principalmente das espécies *S. undatus* e *H. polyrhizus*, se dá num espaço de tempo curto, em média 30 dias após a antese, e as frutas são colhidas quando completam o amadurecimento, por serem não climatéricas. Além disso, durante o período de produção são realizadas colheitas sucessivas em função dos diversos fluxos de

floração emitidos pelas plantas. Essas características fazem com que haja necessidade de conservá-las em condições adequadas, o que proporciona benefícios para o produtor, que obtém melhores preços, e para o consumidor, com a melhor qualidade da fruta. No entanto, técnicas para prolongar o tempo de conservação das frutas precisam ser aprimoradas, uma vez que elas são importantes para ampliar as épocas de oferta e a redução de perdas.

Outro entrave é a falta de padronização e rotulagem no Brasil de acordo com a finalidade desejada. Assim como para outras frutas, tais padrões são definidos através de portarias específicas para cada espécie e expedidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. No momento, o que está disponível é o padrão internacional, conforme abordado no capítulo 9.

A gestão entre produção e marketing é fundamental para a comercialização da pitaiá, pois o gerenciamento estratégico da aquisição, do transporte e do armazenamento garante que as frutas cheguem com qualidade até o destino final. Este é o grande desafio para os produtores no estágio atual, pois exige organização no planejamento do pomar e formação de associações para viabilizar o desenvolvimento dessas estruturas nas diferentes regiões produtoras e assim possibilitar a comercialização nos grandes centros.

A pitaiá é uma fruta que apresenta perspectivas promissoras de consumo no mercado nacional e internacional, devido às várias formas de utilização. No entanto, o incremento de seu consumo ao natural, nos principais mercados consumidores, exige melhoria no nível de qualidade. Esses mercados exigem frutas uniformes quanto ao tamanho, à forma, à coloração e ao sabor. Além disso, um dos principais desafios dos produtores brasileiros de pitaiá para estabelecer a participação no mercado nacional é a divulgação da fruta nos importantes centros de consumo e melhorar suas estratégias comerciais, passando a oferecer volumes que efetivamente atendam à demanda das grandes cadeias de supermercados. Investir na qualidade e no marketing é fator essencial para conquistar novos mercados consumidores de pitaiá, seja em âmbito internacional ou nacional.

Considerando as avaliações realizadas com a pitaiá no Brasil, por meio de pesquisas de propagação, observações fenológicas e produtivas e composição das frutas, percebe-se que existe potencial de utilização dessa espécie frutífera como opção de diversificação da propriedade agrícola nas regiões brasileiras.

A pitaiá apresenta grande potencial, inclusive no mercado externo, com possibilidades de sistemas diversos de cultivo. Tecnologias relacionadas com o processamento das frutas, a composição e as fórmulas de fabricação devem crescer no país, e isso permitirá adequar as características dos cultivares lançados aos seus devidos fins. Trabalhos de melhoramento genético dessa espécie frutífera devem ser realizados, visando ao desenvolvimento de cultivares adaptados às condições brasileiras de forma que atendam às demandas dos diferentes sistemas de produção dessa fruta.

REFERÊNCIAS

ABREU, W.C.; LOPES, C.O.; PINTO, K.M.; OLIVEIRA, L.M.; CARVALHO, G.B.M.; BARCELOS, M.F.P. **Características físico-químicas e atividade antioxidante total de pitaias vermelha e branca**. Instituto Adolfo Lutz. São Paulo, v. 71, n. 4, p. 656-61, 2012.

BOBBIO, P.A; BOBBIO, F.O. **Química do processamento de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 143 p, 2003.

CORDEIRO, M.H.M.; SILVA, J.M.; MIZOBUTSI, G.P.; MOTA, W.F. Caracterização física, química e nutricional da pitaiá-rosa de polpa vermelha. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.37, n.1, p.20-26, 2015. DOI: 10.1590/0100-2945-046/14

COZZOLINO, S.M.F. **Biodisponibilidade de Nutrientes**. In: Biodisponibilidade de Compostos Bioativos de Alimentos. 4ª edição, Manole 2012, p: 879 – 914

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENEMMA, O.R. **Química de alimentos de fenemma**, 4. ed. Porto Alegre: Artmed, cap. 9, p.452-481, 2008.

DONADIO, L.C.; ZACCARO, R.P. Valor nutricional de frutas. **Toda Fruta**, 2016. Disponível em: <https://www.todafruta.com.br/as-frutas-e-as-necessidades-nutricionais>
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Resultados do Censo Agropecuário 2017. Disponível em: https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=0&tema=78444. Acesso em: agosto, 2020

GOULART JUNIOR, R.; REITER, J.M.W.; MONDARDO, M.; SÁ, M.A. de; FELICIANO, A.M. **Relatório de projeto LF 2017/18 - Fruticultura catarinense: indicadores regionais**. Florianópolis: Epagri, 2020 (Relatório). Disponível em: <https://cepa.epagri.sc.gov.br/index.php/publicacoes/fruticultura/estudo-e-levantamento-da-fruticultura-catarinense/>

GOULART JUNIOR, R.; MONDARDO, M.; REITER, J.M.W.; SÁ, M.A. de; FELICIANO, A.M. **Relatório de projeto LF 2016/17 - Fruticultura catarinense: indicadores regionais**. Florianópolis: Epagri, 2019 (Relatório). Disponível em: <https://cepa.epagri.sc.gov.br/index.php/publicacoes/fruticultura/estudo-e-levantamento-da-fruticultura-catarinense/>

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc**. Washington: National Academy Press, 2001. DOI: 10.17226/10026.

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate**. Washington (DC): National Academy Press; 2005. DOI: 10.17226/10925.

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, 2002. 18p. (Documentos, 62).

LIAO, H.; ZHU, W.; ZHONG, K.; LIU, Y. Evaluation of colour stability of clear red pitaya juice treated by thermosonication. **LWT**, v. 121, p. 108997, 2020. DOI: 10.1016/j.lwt.2019.108997.

LIM, H.K.; TAN, C.P.; KARIM, R.; ARIFFIN, A.A.; BAKAR, J. Chemical composition and DSC thermal properties of two species of *Hylocereus* cacti seed oil: *Hylocereus undatus* and *Hylocereus polyrhizus*. **Food Chemistry**. v.119, n. 4, p.1326-1331. 2010. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.09.002

LIMA, C.A.; FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; COHEN, K.O.; GUIMARÃES, T.G. Características físico-químicas, polifenóis e flavonoides amarelos em frutos de espécies de pitaias comerciais e nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, p. 565-570, 2013. DOI: 10.1590/S0100-29452013000200027

LIRA, S. M.; COELHO, L. C.; MARQUES, C. G.; HOLANDA, M. O.; DANTAS, J. B.; DA SILVA, G. S.; GUEDES, M. I. F. Caracterização fitoquímica dos extratos bruto e aquoso da polpa e da casca de pitaya vermelha (*Hylocereus polyrhizus*). In: **A Face Multidisciplinar das Ciências Agrárias** 4. 2019. p.67-78. DOI:10.22533/at.ed.8851923128

MIZRAHI, Y. Vine-cacti pitayas - the new crops of the world. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 124-138, 2014. DOI: 10.1590/0100-2945-452/13

NUNES, E.N.; SOUSA, A.S.B. de; LUCENA, C.M. de; 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, 2014.

OLIVEIRA, M.M.T.; SHUHUA, L.; KUMBHA S.D.; ZURGIL, U.; RAVEH, E.; TEL-ZUR N. Performance of *Hylocereus* (Cactaceae) species and interspecific hybrids under high-temperature stress. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.153, p. 30-39, 2020. DOI: 10.1016/j.plaphy.2020.04.044

PROHORT - **Programa brasileiro de modernização do mercado hortigranjeiro**. Disponível em: <http://dw.ceasa.gov.br>. Acesso em janeiro de 2021 e janeiro 2022.

RABELO, J.M.; CRUZ, M.C.M.; SANTOS, N.; ALVES, D.A.; LIMA, J.E.; SILVA, E.B. Increase of nutrients export and production of pitaya whit potassium fertilization, **Comunicata Scientiae**, v.11: e3276, 2020b.DOI: 10.14295/cs.v11i0.3276

RABELO, J.M.; CRUZ, M.C.M.; SENA, C.G.; PANTOJA, L.; SANTOS, A.S.; REIS, L.A.C.; GUIMARÃES, A.G. Potassium fertilization in the quality improvement and centesimal composition of pitaya. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v.32. n. 9. 2020a. DOI: 10.9755/ejfa.2020.v32.i9.2146

RUI, H.; ZHANG, L.; LI, Z.; PAN, Y. Extraction and characteristics of seed kernel oil from white pitaya. **Journal of Food Engineering**, v. 93, n. 4, p. 482-486, 2009. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2009.02.016

REBOUÇAS, C.R.S. **Aplicação de corante natural obtido de extrato em pó da casca de pitaia em sorvete**. 2019, 86f: il. Dissertação (Mestrado em ciência e tecnologia de alimentos). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

SHAHIDI, F.; NACZK, M. **Food phenolics: sources, chemistry, effects and applications**. Lancaster: Technomic; 1995.

SOUSA, E.M.P. **Extração, estabilidade, reologia e higroscopicidade do corante de pitaya (*Hylocereus costaricensis*)**. 2015. 148p. Tese (Doutorado em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia). Universidade Federal do Pará, UFPA, Brasil, 2015.

TANGO, J.S.; CARVALHO, C.R.; LIMONTA, S.N.B. Caracterização física e química de frutos de abacate visando a seu potencial para extração de óleo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 1, p. 17-23, 2004. DOI: 10.1590/S0100-29452004000100007

UTPOTT, M.; DICK, M.; RAMOS, J.C.; FERREIRA, R.S.; RIOS, A. de O.; FLORES, S.H. Caracterização centesimal das pitayas de polpa vermelha (*Hylocereus polyrhizus*) e branca (*Hylocereus undatus*) produzidas no Rio Grande do Sul. In: 6° Simpósio de Segurança Alimentar, 2018, Gramado. **Anais**. Gramado: SBCTA Regional, RS, 2018.

VILLALOBOS-GUTIÉRREZ, M.G.; SCHWEIGGERT, R.M.; CARLE, R.; ESQUIVEL, P. Chemical characterization of Central American pitaya (*Hylocereus* sp.) seeds and seed oil, **Journal of Food**, v.10, n.1, p. 78-83, 2012. DOI: 10.1080/19476337.2011.580063

2 Espécies, melhoramento genético e cultivares

Introdução

Fabio Gelape Faleiro,
Nilton Tadeu Vilela Junqueira

As pitaias são conhecidas mundialmente como *dragon fruits* ou frutas-do-dragão e são originadas das Américas, com os principais centros de diversidade localizados em regiões áridas e semiáridas e florestas tropicais do sudoeste dos Estados Unidos, México e vários países sul-americanos, como Peru, Argentina, Chile e Brasil (BARTHOLOTT & HUNT, 1993).

No Brasil, a pitaiá é considerada uma fruta exótica pelo fato de ser pouco conhecida, exuberante e comercializada com alto valor principalmente em mercados exigentes. No entanto, ela não pode ser chamada de exótica no Brasil porque existem espécies nativas em diferentes regiões brasileiras, com destaque para a espécie *Selenicereus setaceus*, também conhecida como pitaiá-do-cerrado, minipitaiá, *baby* ou saborosa (JUNQUEIRA et al., 2002).

Existem relatos históricos do cultivo de pitaiá no início do século XX no Vietnã e no Brasil. No Brasil, era comum o cultivo de espécies nativas em fazendas mais antigas das regiões do Cerrado de Minas Gerais e de Goiás, onde os produtores costumavam manter essas plantas sobre muros, troncos de árvores e cercas. Seus frutos eram utilizados como laxante e o suco concentrado dos cladódios como depurativo e em trabalhos de parto (JUNQUEIRA et al., 2002). Apesar desses usos antigos, o cultivo comercial das pitaias é muito recente, possivelmente no início da década de 1990 em países americanos e asiáticos.

As primeiras experiências com o cultivo comercial de pitaiá no Brasil foram no interior do estado de São Paulo (BASTOS et al., 2006). Segundo dados do Programa Brasileiro de Modernização do Mercado Hortigranjeiro, a comercialização da pitaiá no país teve início em 2005. Em 2017, a produção brasileira atingiu aproximadamente 1,5 mil toneladas por ano em uma área de pouco mais de 500 hectares. Nos últimos anos, houve um aumento significativo da produção brasileira e, em 2021/2022, a estimativa da produção anual é superior a 5 mil toneladas.

Além do Brasil, existem relatos de cultivo comercial na Austrália, Camboja, China, Colômbia, Equador, Guatemala, Indonésia, Israel, Japão, México, Malásia, Myanmar, Nicarágua, Nova Zelândia, Peru, Filipinas, Espanha, Taiwan, Tailândia, Estados Unidos e Vietnã (MERCADO-SILVA, 2018). O maior produtor mundial de pitaiá é o Vietnã com mais de 600 mil toneladas por ano, seguido da China com 36 mil toneladas por ano. O Brasil está entre os dez maiores produtores, com a produção e comercialização crescentes a cada ano, assim como o número de regiões produtoras (FRÓES JUNIOR et al., 2019). Atualmente, há relatos de produção de pitaiá em todas as regiões do Brasil.

Atualmente, diferentes espécies de pitaiá, nativas e exóticas, são cultivadas no Brasil, sendo a cadeia produtiva fortalecida a cada ano. O potencial comercial das diferentes espécies se deve à diversidade de cores da casca e da polpa, forma, tamanho e teor de

sólidos solúveis dos frutos (FALEIRO et al., 2021). Além disso, as flores são exuberantes e muito bonitas, evidenciando o grande potencial ornamental (JUNQUEIRA et al., 2007).

Considerando todo o potencial das pitaias para a diversificação de fontes de renda dos fruticultores, oferta de alimentos de alta qualidade para os consumidores e alternativas ornamental e medicinal, as ações de pesquisa, desenvolvimento e inovação são importantes e estratégicas.

Neste capítulo serão apresentadas, com base nas experiências da equipe técnica da Embrapa, as principais espécies de pitaias e suas potencialidades comerciais, os principais avanços obtidos nas áreas de conservação, caracterização e uso de recursos genéticos, no melhoramento genético, além das perspectivas de desenvolvimento de novos cultivares geneticamente superiores, o que é fundamental para o fortalecimento da cadeia produtiva da pitaias no Brasil.

2.1 Taxonomia e diversidade genética

As pitaias pertencem à família Cactaceae, a qual possui aproximadamente 100 gêneros e 1.500 espécies nativas das Américas (BARTHLOTT & HUNT, 1993). As espécies dessa família são frequentemente usadas como plantas ornamentais e normalmente são adaptadas a ambientes extremamente quentes ou áridos, apresentando ampla variação anatômica e capacidade fisiológica de conservar água por meio do metabolismo ácido das crassuláceas (CAM), que permite o fechamento dos estômatos durante o dia e abertura durante a noite para absorver dióxido de carbono e armazená-lo na forma de ácido málico, o qual sofre reações durante o dia e é transformado em glicose (MIZRAHI, 2014).

Existem diferentes espécies cultivadas que são referidas como pitaias, o que torna a taxonomia e a classificação botânica muito complexas. A taxonomia das espécies de pitaias tem sido alvo de muitas controvérsias e revisões dos gêneros e espécies ao longo do tempo, considerando os aspectos morfológicos, a compatibilidade entre espécies, os gêneros e também as análises com base em marcadores genético-moleculares (BRITTON & ROSE, 1920; BUXBAUM, 1958; BARTHLOTT & HUNT, 1993; KOROTKOVA et al., 2017).

Na revisão mais recente feita por Korotkova et al. (2017), com base em filogenia molecular, a tribo Hylocereeae é composta por oito gêneros (*Acanthocereus*, *Aporacactus*, *Disocactus*, *Epiphyllum*, *Kimmachia*, *Pseudorhipsalis*, *Selenicereus* e *Weberocereus*), sendo as espécies de pitaias mais importantes do ponto de vista comercial classificadas 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 (Figura 1), é importante considerar que existe alta variabilidade intraespecífica, ou seja, existem diferenças genéticas entre acessos dentro de cada espécie. A variabilidade genética tem sido verificada em todas as espécies de maior importância comercial para características de interesse agrônomo, como produtividade, adaptabilidade, vigor, resistência a doenças, características físicas e químicas dos frutos, autocompatibilidade, fenologia, precocidade e sensibilidade ao fotoperíodo para indução de florescimento (LIMA, 2013). Estas características são a base para os trabalhos de melhoramento genético das espécies, tendo em vista o desenvolvimento de cultivares geneticamente superiores.

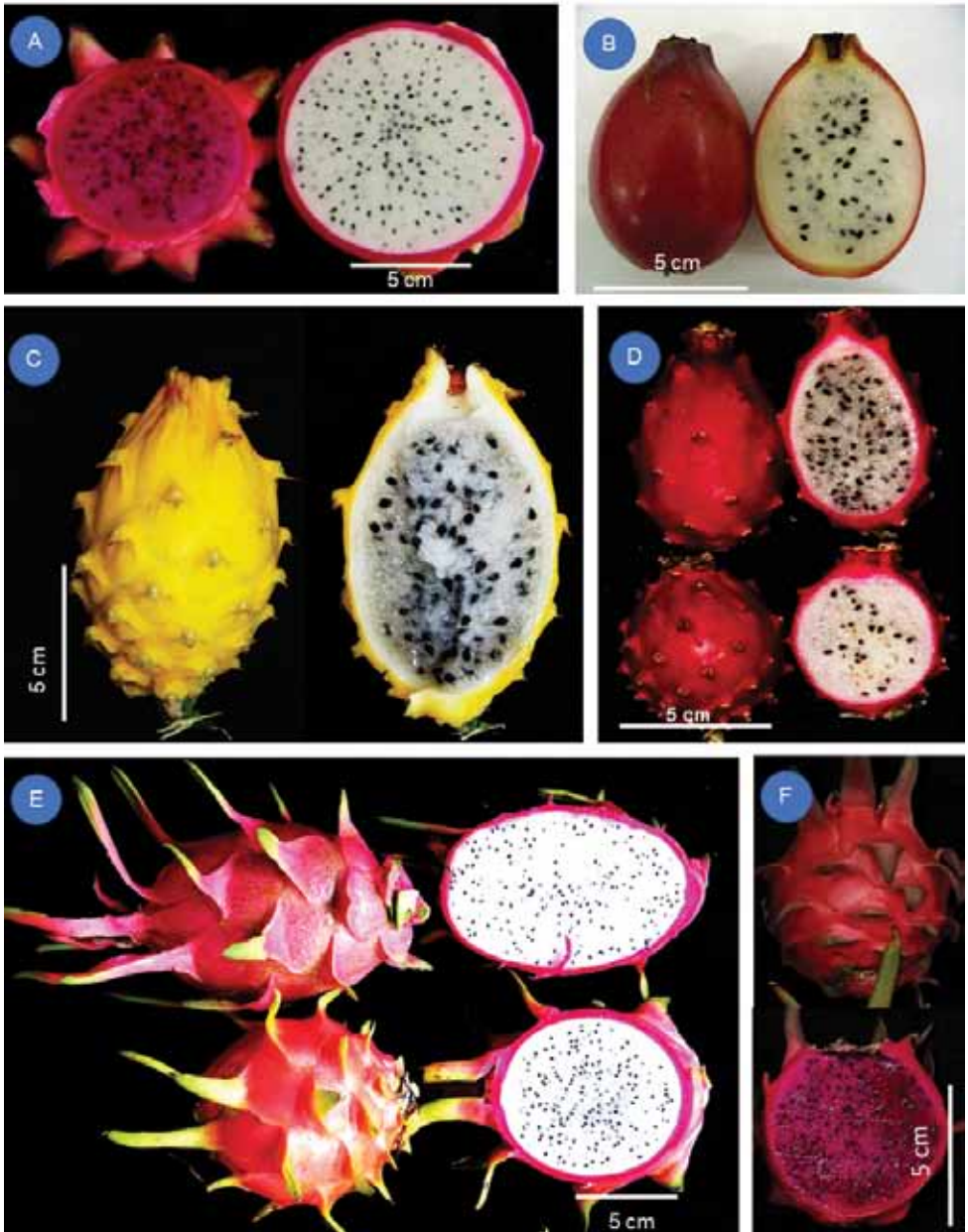


Figura 1. Diversidade morfológica de pitaias: A – *Hylocereus polyrhizus* (polpa vermelha) e *S. undatus* (polpa branca); B - *Epiphyllum oxypetalum*; C – *S. megalanthus*; D – *S. setaceus*; E – genótipos diferentes de *S. undatus*; F – *S. costaricensis*

Fotos: Nilton Tadeu Vilela Junqueira

2.2 Conservação, caracterização e uso de recursos genéticos

A conservação e a caracterização de recursos genéticos são a base de todo trabalho tecnológico que visa a domesticação e o melhoramento genético das espécies de importância comercial atual ou potencial (FALEIRO & JUNQUEIRA, 2011). De acordo com estes autores, existem diferentes estratégias para a conservação (*in situ*, *ex situ* e *on farm*) e para a caracterização ecológica, morfológica, agrônômica e molecular dos recursos genéticos.

Dentro dessa linha, as primeiras atividades de pesquisa tiveram início na década de 1990, na Embrapa Cerrados, unidade da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária localizada em Planaltina, DF (FALEIRO & JUNQUEIRA, 2021). Antes de qualquer registro de cultivo comercial de pitaia no Brasil, o pesquisador da Embrapa Dr. Nilton Tadeu Vilela Junqueira realizou expedições para a coleta de recursos genéticos que vegetavam naturalmente na região do Cerrado e em áreas de transição com a Amazônia, na Mata Atlântica e na Caatinga. Além desses, foram também coletados recursos genéticos conservados e utilizados em fazendas tradicionais (Figura 2).



Figura 2. Regiões de distribuição de recursos genéticos de espécies de pitaya no Brasil: A - Coletas realizadas na região do Cerrado e em áreas da Amazônia, Mata Atlântica e Caatinga (Foto: Embrapa, divulgação); B - Na região do Cerrado, os acessos são encontrados vegetando naturalmente em maciço rochoso

Foto: Nilton Tadeu Vilela Junqueira

Como resultado desse trabalho, foi montado, em 1996, o primeiro banco ativo de germoplasma (BAG) de pitaias do Brasil com o objetivo de caracterizar o potencial agrônomo e comercial das principais espécies (Figura 3A). O BAG de pitaias estabelecido contou inicialmente com mais de 200 acessos que foram coletados em diferentes regiões do Brasil e também obtidos por doações voluntárias de agricultores e colecionadores.

Nos anos 2000, o número de acessos foi reduzido para aproximadamente 50, porque as ações de pesquisa e desenvolvimento foram concentradas nas espécies de maior potencial comercial e naquelas potencialmente úteis para os programas de melhoramento genético (FALEIRO & JUNQUEIRA, 2021). Com a redução do número de acessos, foi possível o estabelecimento de experimentos com repetições e em diferentes locais para avaliação de características agrônomicas relacionadas principalmente à produtividade (Figura 3B) e a renovação do BAG (Figura 3C).



Figura 3. A - Primeiro Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de espécies de pitaias do Brasil na Embrapa; B - Avaliação de produtividade dos acessos; C - Trabalho recente de renovação do BAG
Fotos: Fábio Gelape Faleiro

Para o avanço dos trabalhos de caracterização do BAG da Embrapa Cerrados foram definidas quatro espécies de maior potencial comercial que apresentavam diferenças quanto ao tamanho dos frutos, cor da casca e da polpa: a *S. undatus*, que produz frutos grandes, de casca vermelha e polpa branca; a *S. costaricensis*, que produz frutos de tamanho médio, de casca vermelha e polpa vermelha; a *S. megalanthus*, que produz frutos de tamanho médio, de casca amarela com espinhos e polpa branca; e a *S. setaceus*, que produz frutos pequenos, de casca vermelha com espinhos e polpa branca (FALEIRO & JUNQUEIRA, 2021; FALEIRO et al., 2021).

As espécies *S. undatus* e *S. megalanthus* são as mais cultivadas no mundo (LIMA, 2013). A *S. undatus* tem se destacado comercialmente devido à sua alta produtividade e à produção de frutos grandes e a *S. megalanthus* por produzir pitaias de polpa com elevado teor de açúcar. A espécie *S. costaricensis* se destaca pela produção de frutos com coloração vermelho-arroxeadada da polpa, com elevado teor de compostos antioxidantes, e a *S. setaceus* pela produção de frutos com sabor equilibrado devido à combinação perfeita entre o teor de sólidos solúveis e a acidez, o que lhe confere um sabor diferenciado das demais espécies, razão pela qual a pitaiá dessa espécie é chamada de “saborosa”.

O primeiro trabalho realizado a partir da caracterização morfológica e agrônômica dos acessos do BAG da Embrapa Cerrados foi com a espécie *S. setaceus*, que é nativa da região do Cerrado (JUNQUEIRA et al., 2002). As características morfológicas da planta, das flores e dos frutos de diferentes acessos mostraram a existência de variabilidade genética para as características de tamanho, formato, acidez, sólidos solúveis e inclusive produtividade. Esse trabalho evidenciou o potencial dessa espécie para o uso alimentar, considerando a alta produtividade das plantas e a produção de pitaias com um sabor especial, caracterizado pelo equilíbrio entre a doçura e a acidez. A beleza e exuberância das flores também evidenciaram o potencial da espécie para uso ornamental (Figura 4).

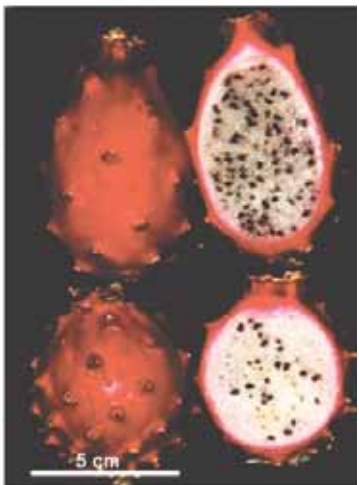
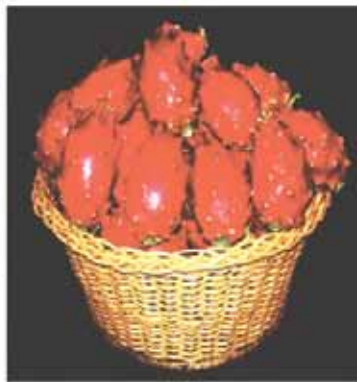
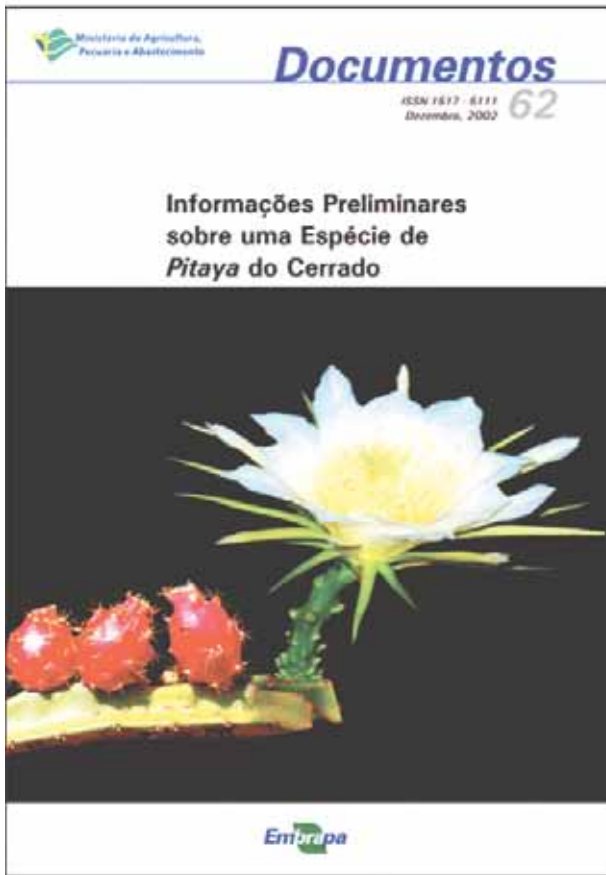


Figura 4. Caracterização da espécie *Selenicereus setaceus*, nativa da região do Cerrado, evidenciando o seu potencial comercial e como planta ornamental
Fotos: Nilton Tadeu Vilela Junqueira

Diversos projetos e atividades da Embrapa tiveram como objetivo a ampliação da base genética do banco ativo de germoplasma, considerando as espécies de pitaias com maior potencial comercial. Nesse sentido, foi feito um enriquecimento do BAG com genótipos autocompatíveis, que produzem pitaias grandes, com polpa mais doce, maior vigor e adaptabilidade às condições de clima tropical do Cerrado brasileiro. De forma paralela ao enriquecimento do BAG, foram iniciados os trabalhos de caracterização, seleção e clonagem dos genótipos superiores de cada espécie comercialmente promissora.

Os trabalhos de caracterização foram realizados inicialmente com base em características morfológicas da planta, características físicas e químicas dos frutos e de produtividade dos acessos (Figura 5). Estas características evidenciaram o potencial das diferentes espécies para uso como plantas ornamentais (JUNQUEIRA et al., 2007) e para a produção de pitaias de alto valor agregado e com características físicas e químicas para agradar os mercados de frutas especiais e também os consumidores mais exigentes (SOUZA et al., 2006).



Figura 5. Flores e frutos de espécies com potencial para o uso como planta ornamental e para a produção de frutas especiais de alto valor agregado

Fotos: Nilton Tadeu Vilela Junqueira

Marcadores moleculares do DNA também foram utilizados para aprofundar os estudos de diversidade genética, no sentido de subsidiar as atividades de conservação e uso de germoplasma no melhoramento genético das diferentes espécies de pitaias.

Um estudo da diversidade genética de 13 acessos mantidos no BAG da Embrapa Cerrados foi realizado por Junqueira et al. (2010a) utilizando marcadores moleculares *Random Amplified Polymorphic DNA* (RAPD). De acordo com estes autores foram obtidos mais de 95% de marcadores polimórficos, a partir dos quais foram estimadas distâncias genéticas entre os acessos e realizadas análises de agrupamento para a identificação de grupos de similaridade genética. Com base neste trabalho, os autores concluíram que existe

ampla diversidade genética entre os acessos de pitaia nativas do Cerrado, posicionando esse Bioma entre os centros de diversidade dessas espécies.

Os trabalhos de caracterização morfológica, agrônômica e molecular permitiram a identificação de acessos com alta divergência genética entre si, abrindo perspectivas para trabalhos de melhoramento via hibridação intra e interespecífica, aumentando as possibilidades de combinações gênicas e da seleção de genótipos superiores. Esses trabalhos de caracterização mais detalhada permitiram a seleção de seis acessos geneticamente superiores de *S. undatus*, sete de *S. setaceus*, quatro de *S. costaricensis* e quatro de *S. megalanthus*. Os acessos selecionados passaram a ser utilizados na obtenção de híbridos intra e interespecíficos com o objetivo de ampliar a base genética para trabalhos de seleção clonal visando ao desenvolvimento de cultivares geneticamente superiores.

2.3 Principais resultados e tecnologias relacionadas ao melhoramento genético

Trabalhos de melhoramento genético da pitaia são muito recentes no Brasil e no mundo. Existem alguns grupos de pesquisa nos Estados Unidos (THOMPSON, 2002), nos países asiáticos (LUO et al., 2019) e em Israel (TEL-ZUR et al., 2012; 2020). No Brasil, as atividades de caracterização e o uso de recursos genéticos de pitaia, tendo em vista o melhoramento genético, têm sido realizados na Embrapa Cerrados, na Universidade Federal de Lavras (UFLA), na Universidade Estadual Paulista (Unesp), na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), na Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), na Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), além de alguns fruticultores e colecionadores.

Na Embrapa Cerrados, o BAG de pitaia foi a base para a realização de vários trabalhos relacionados ao melhoramento genético das espécies com maior potencial comercial (FALEIRO & JUNQUEIRA, 2021). De forma paralela, foram trabalhadas ações para o desenvolvimento de sistemas de produção comercial. Para operacionalizar estes trabalhos foram desenvolvidos diferentes projetos com o envolvimento de uma equipe multidisciplinar para atuar nas diferentes linhas de pesquisa, tendo como objetivo final desenvolver um sistema de produção de pitaia no Brasil, com sustentabilidade econômica, social e ambiental.

Os primeiros trabalhos de seleção foram realizados em 2002 e têm continuidade até os dias atuais. Importantes resultados foram obtidos nessa linha de pesquisa, aliando as informações obtidas por meio de técnicas moleculares ao desempenho desses materiais em condições de cultivo, orientando e subsidiando a seleção clonal e o avanço das ações do melhoramento genético, tendo como foco o desenvolvimento dos primeiros cultivares de pitaia no Brasil (FALEIRO & JUNQUEIRA, 2021).

Os trabalhos de seleção e melhoramento genético das espécies de pitaia realizados na Embrapa Cerrados foram baseados na demanda do setor produtivo por cultivares que pudessem atender as necessidades climáticas de produção e as exigências do consumidor.

O cenário em 2002 é o mesmo de 2021, ou seja, as mudas comercializadas não são provenientes de matrizes selecionadas e devidamente avaliadas do ponto de vista agrônômico em diferentes regiões do Brasil. Até os dias atuais são observados nos pomares

alta variação de produção e pitaias de diferentes tamanhos e formatos, além de diferentes características físico-químicas.

Outro problema é que os produtores têm cultivado variedades importadas com baixa capacidade produtiva e baixa adaptação às condições edafoclimáticas brasileiras. Um exemplo é o cultivo, sem sucesso, da pitaiá amarela importada da Colômbia. Além desta, Lone et al. (2020) citam outras variedades, sem registro, cultivadas no Brasil, como a 'Golden, Vietnamese White', 'Orejona' e 'Rabilonga', além de populações e de híbridos de diferentes espécies. Esses problemas evidenciam a necessidade de desenvolvimento de cultivares com registro no Mapa e com garantia de origem genética, que possam ser recomendados para cultivo em diferentes regiões do Brasil.

Para o sucesso do trabalho de seleção visando à obtenção de ganhos genéticos, é essencial que exista variabilidade genética entre diferentes acessos, populações, híbridos e progênies obtidas. Diferenças relacionadas à produtividade e às características físico-químicas dos frutos entre as diferentes espécies de pitaiá também foram verificadas dentro da mesma espécie e dentro da primeira população de melhoramento genético, na Embrapa Cerrados (SOUZA et al., 2006). Para analisar a variabilidade dessa população e subsidiar o avanço nos trabalhos de seleção na Embrapa Cerrados, 16 progênies foram avaliadas (JUNQUEIRA et al., 2010b), as quais apresentaram diferenças fenotípicas no vigor vegetativo, na produtividade e nos formatos dos frutos. Considerando que as progênies analisadas apresentam diferentes genótipos, possivelmente diferentes grupos de genes estão condicionando maior ou menor produtividade, além de outras diferenças no vigor e no formato das pitaias. Esse importante resultado impulsionou o avanço dos ciclos de seleção, a recombinação e o melhoramento genético.

A partir da intensificação do trabalho de caracterização agronômica das matrizes selecionadas de cada espécie de pitaiá com potencial comercial, algumas características agronômicas básicas foram definidas para orientar o trabalho de seleção (Figura 6). A produtividade, as características físicas e químicas dos frutos e a resistência a doenças são importantes para qualquer programa de melhoramento de espécies frutíferas. No caso da pitaiá, as características de autocompatibilidade, vigor, longevidade e adaptabilidade às condições tropicais do Cerrado também foram consideradas e utilizadas no processo de seleção, tendo em vista as demandas dos produtores e dos consumidores.

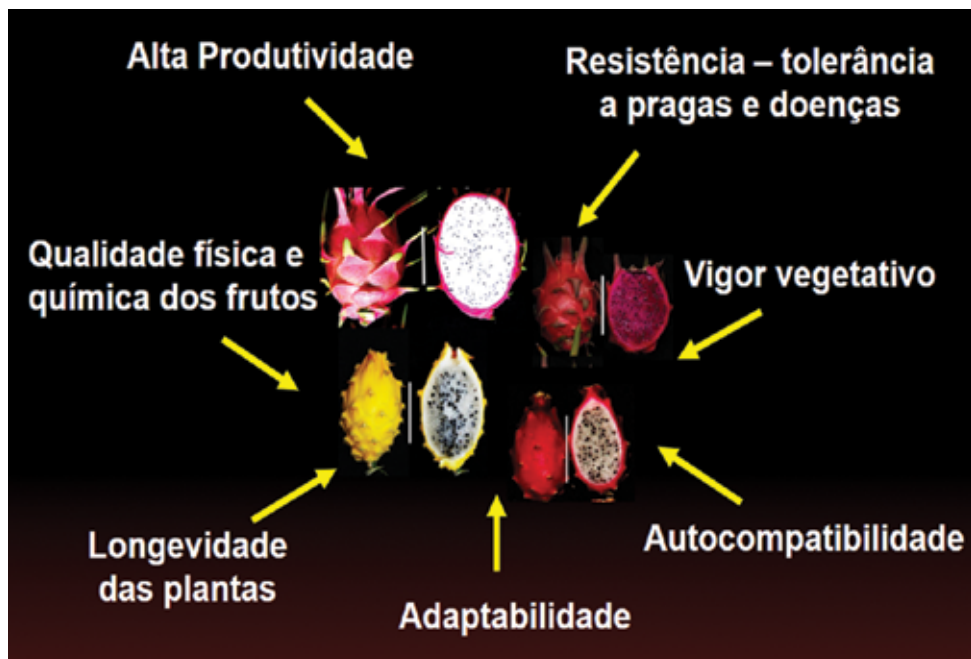


Figura 6. Principais características agrônomicas consideradas pelo programa de melhoramento genético da pitaiá realizado na Embrapa Cerrados

Foto: Fábio Gelape Faleiro

Com base nos trabalhos iniciais de caracterização agrônômica, as melhores matrizes das diferentes espécies foram clonadas para o estabelecimento de uma nova área experimental, na unidade de apoio da fruticultura da Embrapa Cerrados, para montagem de experimentos com maior tamanho de parcela e maior número de repetições, tendo em vista a avaliação de características de produtividade e as estimativas de parâmetros genéticos.

A caracterização das matrizes selecionadas com relação às características físicas e químicas dos frutos foi inter e intraespecífica. A diversidade genética intra e interespecífica de 21 matrizes selecionadas das espécies de pitaiá *S. undatus* e *S. setaceus*, com base nas características físico-químicas dos frutos, evidenciaram diversidade das matrizes das duas espécies e também a maior diversidade intraespecífica das matrizes da espécie *S. undatus* (LIMA et al., 2013a).

Com a continuação do trabalho de caracterização das pitaiás, foi verificado que as matrizes da espécie *S. undatus* produziam pitaiás com maiores médias de comprimento, diâmetro e massa, e que as matrizes da espécie *S. setaceus* produziam os maiores teores de sólidos solúveis, conforme se observa na Tabela 1 (LIMA et al., 2014). Entretanto, de acordo com estes autores, houve diferenças significativas entre as matrizes quanto ao tamanho e teor de sólidos solúveis das pitaiás dentro de cada espécie. As matrizes 2 e 5 da espécie *S. undatus* se destacaram por apresentarem maiores comprimento, diâmetro e

massa dos frutos, enquanto a matriz 2 se destacou por apresentar teor de sólidos solúveis acima de 20ºBrix na parte intermediária dos frutos (Tabela 1).

As matrizes selecionadas da espécie *S. setaceus* se destacaram por apresentarem maiores teores de sólidos solúveis nas três porções dos frutos, quando comparadas com a espécie *S. undatus*. A espécie *S. setaceus* é conhecida como “saborosa” porque produz pitaias com teor equilibrado de sólidos solúveis e acidez (doçura da polpa), o que confere um sabor aprimorado e diferenciado.

Tabela 1. Médias das características comprimento de fruto (CF), diâmetro de fruto (DF), massa total de fruto (MTF), massa da casca (MC), massa da polpa (MP), sólidos solúveis da parte superior (SSS), sólidos solúveis da parte mediana (SSM), sólidos solúveis da parte inferior (SSI), sólidos solúveis da base do terço superior (SBTS), sólidos solúveis do centro do terço intermediário (SCTM) e sólidos solúveis da parte superior do terço inferior (SSTI) de 21 matrizes de pitaias das espécies *S. undatus* e *S. setaceus*

Códigos	CF	DF	MTF	MC	MP	SSS	SSM	SSI	SBTS	SCTM	SSTI
<i>S. setaceus</i>											
CPAC PY-01(3)	10,7c	8,8b	448,6c	97,9d	350,8c	12,3b	12,9b	11,6c	17,7b	18,5b	17,6b
CPAC PY-01(2)	12,5a	9,9a	752,5a	176,3a	580,1a	13,3a	14,9a	13,7b	20,6a	20,9a	20,1a
CPAC PY-01(1)	10,2c	8,0c	405,5c	141,1b	264,4c	10,8c	11,2c	9,4d	13,1c	13,6c	13,0d
CPAC PY-04	9,2d	8,1c	343,5c	121,7c	221,8d	11,0c	11,9c	11,3c	14,8c	15,3c	14,9c
CPAC PY-01(4)	11,5b	9,7a	636,2b	143,7b	492,6b	10,6c	11,3c	10,7c	15,4b	15,7c	14,4d
CPAC PY-01(5)	10,0c	8,6b	448,0c	142,9b	305,1c	12,1b	12,3b	11,4c	16,4b	16,6b	15,8c
<i>S. undatus</i>											
CPAC PY- 06(01)	7,7e	4,5d	90,2d	23,8e	66,3e	13,7a	15,5a	14,6a	16,8b	17,9b	17,3b
CPAC PY-06(02)	7,4e	4,5d	78,3d	23,2e	60,5e	13,9a	15,6a	14,3a	16,3b	17,4b	17,0b
CPAC PY-06(03)	7,5e	4,7d	91,0d	25,4e	65,5e	14,3a	15,6a	14,2a	16,3b	17,5b	17,4b
CPAC PY-06(04)	7,4e	4,3d	79,5d	23,9e	55,4e	13,9a	15,4a	14,6a	16,1b	17,7b	17,4b
CPAC PY-06(05)	7,6e	4,4d	68,8d	23,3e	58,8e	13,6a	15,1a	14,1a	16,5b	17,2b	16,8b
CPAC PY-06(09)	6,8e	4,4d	67,2d	17,5e	49,5e	13,6a	14,9a	13,8b	15,7b	16,8b	16,0c
CPAC PY-06(10)	7,1e	4,0d	67,9d	16,0e	53,2e	13,7a	15,1a	13,7b	16,1b	17,1b	16,6b
CPAC PY-06(11)	8,0e	4,6d	88,8d	21,0e	67,7e	12,6a	14,3a	12,9b	15,8b	17,4b	16,8b
CPAC PY-06(12)	7,6e	4,4d	80,4d	22,6e	57,8e	13,7a	15,5a	13,7b	16,6b	17,8b	16,8b
CPAC PY-06(13)	7,2e	4,4d	74,8d	20,5e	54,0e	13,7a	15,4a	14,1a	16,5b	17,0b	17,0b
CPAC PY-06(14)	7,2e	4,2d	68,7d	21,1e	47,5e	13,1a	14,5a	13,1b	14,6c	15,6c	15,4c
CPAC PY-06(15)	7,5e	4,2d	72,2d	15,4e	56,7e	14,5a	15,6a	14,1a	16,2b	17,5b	16,9b
CPAC PY-06(16)	7,3e	4,4d	78,6d	17,2e	61,0e	13,8a	15,1a	13,3b	15,8b	16,5b	16,2c
CPAC PY-06(17)	7,6e	4,4d	85,1d	20,7e	64,0e	14,3a	15,4a	14,5a	16,8b	17,5b	16,7b
CPAC PY-06(18)	7,3e	4,5d	82,2d	19,8e	62,4e	14,1a	15,5a	14,2a	16,0b	17,2b	15,8c

¹ Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Scott e Knott a 5% de significância.

Fonte: Lima et al. (2014)

Além das espécies *S. undatus* e *S. setaceus*, as espécies *S. megalanthus* e *S. costaricensis* também foram inseridas no programa de melhoramento genético, tendo em vista o trabalho de caracterização e seleção clonal de matrizes geneticamente superiores. Lima et al. (2010; 2013b) verificaram que as plantas matrizes das quatro espécies de pitaiá apresentavam diferenças relacionadas às características físico-químicas e à concentração de polifenóis dos frutos, destacando-se as pitaias da espécie *S. megalanthus* que apresentavam elevados teores de sólidos solúveis, e da *S. costaricensis* pelos altos teores de polifenóis, flavonoides e outros compostos funcionais.

Para complementar o trabalho de caracterização das pitaias, 10 matrizes da espécie *S. undatus* selecionadas pelo programa de melhoramento genético da Embrapa Cerrados foram avaliadas quanto a suas características vegetativas e reprodutivas (LIMA, 2013). As características avaliadas foram o número de cladódios, comprimento total de cladódios, diâmetro médio dos cladódios, número médio de flores, número médio de frutos e porcentagem de polinização de flores por planta (vingamento). A estimativa de produtividade de cada genótipo foi avaliada a partir do número total de frutos por planta, somando-se a produção do 4º, 5º e 6º ano de cultivo. A partir desses dados, foi verificada diferenças entre as matrizes para todas as características agrônômicas avaliadas, evidenciando a existência de variabilidade genética, o que possibilita a seleção de matrizes com melhor desempenho agrônômico para as condições do Cerrado (Tabela 2).

Tabela 2. Médias do número de cladódios por planta (NC), comprimento total de cladódios por planta (CTC), diâmetro médio dos cladódios (DMC), número de flores por planta (NFL), número de frutos por planta (NFT), porcentagem de vingamento de flores por planta (V) e número total de frutos por planta (NTFP) do 4º, 5º e 6º ano de cultivo

Genótipos	Códigos	NC (Ud)	CTC (m)	DMC (cm)	NFL (Ud)	NFT (Ud)	V (%)	NTFP (Ud)
01	CPAC PY-01(3)	60,3ab	24,9bc	5,7cd	10,3a	8,2a	80,0a	53,5a
02	CPAC PY-01(2)	71,5a	37,1a	6,2bc	1,0bc	0,8bc	88,9a	10,7e
03	CPAC PY-01(1)	43,7bc	18,1cde	6,3b	1,8bc	1,2bc	77,8a	21,5d
04	CPAC PY-04	54,8ab	18,3cd	6,2bc	4,8b	4,0b	82,9a	43,7b
05	CPAC PY-01(4)	68,2a	33,9ab	7,2a	9,7a	8,7a	88,7a	50,3a
06	CPAC PY-01(5)	22,5de	8,3def	6,3b	2,8bc	2,7bc	93,3a	33,7c
07	CPAC PY-01(6)	22,0de	7,1ef	5,1ef	0,0c	0,0c	0,0b	9,3ef
08	CPAC PY-01(7)	9,2e	2,6f	4,9fg	0,0c	0,0c	0,0b	0,0g
09	CPAC PY-01(8)	27,7cd	10,5def	5,6de	3,3bc	2,5bc	72,4a	19,3d
10	CPAC PY-01(9)	16,0de	4,3f	4,5g	0,8c	0,8bc	100,0a	5,3f

¹ Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 1 % de significância.

Fonte: Lima (2013)

Os resultados apresentados na Tabela 2 evidenciam as diferenças das matrizes da espécie *S. undatus* quanto ao desempenho agrônômico. As matrizes CPAC PY-01(3) e CPAC PY-01(4) apresentaram bom desenvolvimento vegetativo e produziram mais de 50 frutos durante o período de avaliação, enquanto a matriz CPAC PY-01(2) apresentou alto desenvolvimento vegetativo, mas baixa produção. A matriz CPAC PY-01(7) apresentou baixo desenvolvimento vegetativo e não produziu frutos. A maioria das matrizes apresentou alta porcentagem de polinização das flores, mesmo sem a polinização manual, indicando a possibilidade de serem autocompatíveis. Ainda nesse experimento foram obtidos valores de herdabilidade acima de 90% e coeficientes de variação genética, pelo menos, duas vezes superiores ao coeficiente de variação experimental, para todas as características avaliadas (LIMA, 2013). Esses parâmetros genéticos mostraram que a seleção para essas características apresenta condições favoráveis para obtenção de ganhos genéticos imediatos, mesmo utilizando estratégias simples como a seleção clonal.

Adicionalmente foram iniciadas na Embrapa Cerrados ações para a obtenção de híbridos intra e interespecíficos de pitaiá com o objetivo de combinar na mesma matriz as características de interesse presentes em diferentes matrizes ou diferentes espécies.

O primeiro híbrido interespecífico obtido e avaliado pelo programa de melhoramento genético da Embrapa Cerrados foi entre matrizes geneticamente superiores da espécie *S. undatus* e da espécie *S. costaricensis* (Figura 7). O objetivo dessa hibridação foi combinar as características de alta produtividade, autocompatibilidade e tamanho de frutos da espécie *S. undatus* com a coloração da polpa vermelha da *S. costaricensis*. O híbrido foi obtido com sucesso e confirmado com a utilização de marcadores moleculares RAPD (Lima, 2013).

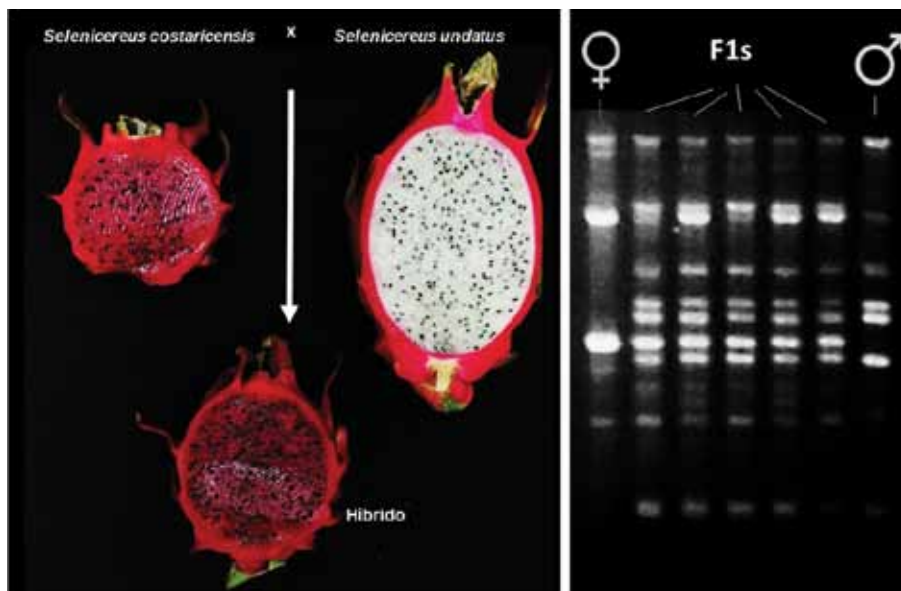


Figura 7. Representação esquemática do cruzamento interespecífico entre *Selenicereus costaricensis* e *S. undatus* para a obtenção de híbridos F1 e confirmação da fecundação cruzada por meio de marcadores moleculares RAPD

A obtenção de híbridos intra e interespecíficos de pitáia é muito fácil, considerando que as diferentes espécies produzem flores hermafroditas grandes, com aproximadamente 800 anteras e 25 estiletes e estigmas, o quais se unem formando uma estrutura volumosa (estigma) para receber os grãos de pólen (Figura 8). A maior eficiência da polinização manual é alcançada com a transferência dos grãos de pólen durante a noite, após a antese das flores, quando o estigma está receptivo e há maior quantidade de pólen viável (ver capítulo 3).



Figura 8. Estrutura da flor de espécies de pitáia, evidenciando as centenas de anteras contendo os grãos de pólen (estames) e estigma receptivo

Outro híbrido F1 obtido pelo programa de melhoramento genético da Embrapa Cerrados foi a partir do cruzamento interespecífico entre matrizes geneticamente superiores da espécie *S. setaceus* e da espécie *S. undatus* (Figura 9). O objetivo dessa hibridação foi obter um híbrido que combinasse as características de alta produtividade e tamanho de fruto da espécie *S. undatus* com o sabor equilibrado dos frutos da espécie *S. setaceus*. Híbridos intraespecíficos também têm sido obtidos e caracterizados.

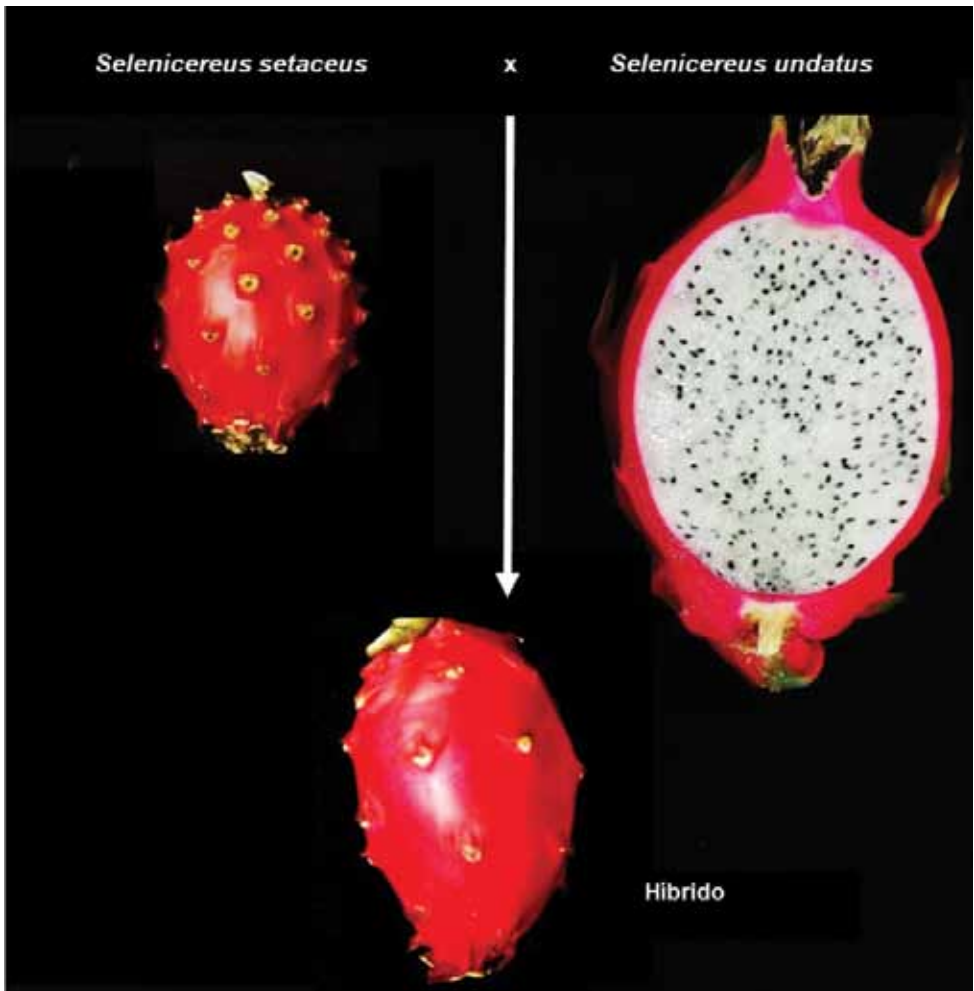


Figura 9. Representação esquemática do cruzamento interespecífico entre *Selenicereus setaceus* e *S. undatus* para a obtenção de híbridos F1

Os trabalhos de seleção clonal e obtenção de híbridos intra e interespecíficos resultaram na seleção de genótipos elite com grande potencial comercial. Esses genótipos 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 10). Para realizar as avaliações, a Embrapa Cerrados está contando com uma rede de parcerias envolvendo a Emater DF (Distrito Federal e Entorno), o Recanto das pitayas (Santa Catarina), a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), a Empresa Mato-Grossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural (EMPAER), o Grupo Tsuge, a Embrapa Mandioca e Fruticultura, a Embrapa Semiárido, a Embrapa Roraima, a Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (Apta), a Embrapa Agrobiologia, Universidades e produtores rurais.



Figura 10. Unidades de validação de genótipos elite de pitaya selecionados na Embrapa Cerrados, em diferentes regiões do Brasil, por meio de uma rede de parcerias com a iniciativa pública e privada

As primeiras unidades de validação dos genótipos elite selecionados na Embrapa Cerrados foram estabelecidas na unidade de apoio à fruticultura da Embrapa Cerrados (Figura 11) e em parceria com a Emater no Distrito Federal e entorno (Figura 12), o Recanto das Pitayas em Santa Catarina (Figura 13) e a EMPAER no Mato Grosso (Figura 14). Os primeiros resultados deste trabalho de validação foram apresentados na ocasião do Curso On-line sobre a cultura da pitaya – módulo sobre melhoramento genético e variedades de pitaya promovido pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI, 2020).

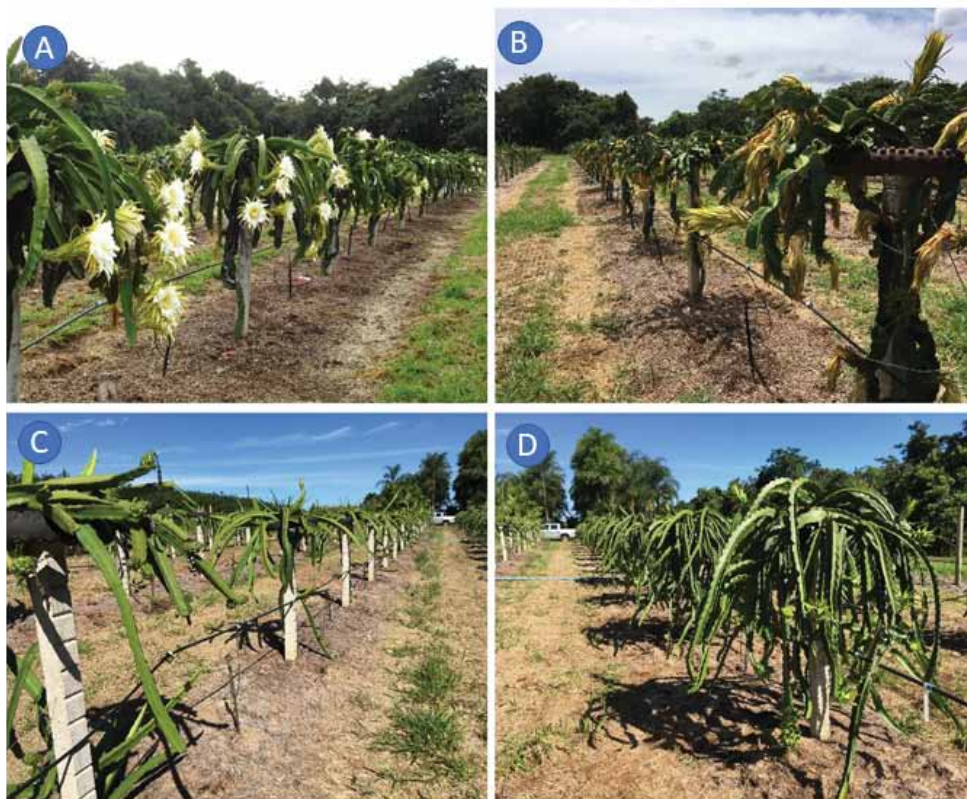


Figura 11. Unidade de validação de genótipos elite na Unidade de apoio da Fruticultura da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF: A e D – genótipos em fase de florescimento e frutificação; B e C – genótipos com evidentes diferenças na estrutura dos cladódios



Figura 12. Unidade de validação de genótipos elite de pitaia no Parque Tecnológico Ivaldo Cenci, Agrobrasília, DF, em parceria com a Emater DF, implantada em 2016: A – Genótipos no início do desenvolvimento; B – Genótipo em produção em 2018

Fotos: Fábio Gelape Faleiro



Figura 13. Unidade de validação de genótipos elite na cidade de Turvo, Santa Catarina, em parceria com a família Feltrin do Recanto das Pitayas, implantada em 2016: A e B – Genótipos em início de produção; C e D – Recanto das Pitayas envolvida no trabalho de validação

Fotos: Fábio Gelape Faleiro e Ricardo Sant'Anna Martins



Figura 14. Unidade de validação de genótipos elite de pitaya na cidade de Tangará da Serra, Mato Grosso, em parceria com a Empresa Mato-Grossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural (EMPAER), implantada em 2017: A – Unidade de validação com os genótipos em início de produção em 2019; B e C – Genótipos em plena produção em 2020

Fotos: Fábio Gelape Faleiro

Além da validação dos genótipos elite em diferentes regiões do Brasil, foi também realizada, com sucesso, a validação em diferentes sistemas de produção convencional e orgânica em cultivos consorciados com maracujá, abacaxi e girassol, bem como em plantios urbanos e periurbanos (Figura 15).

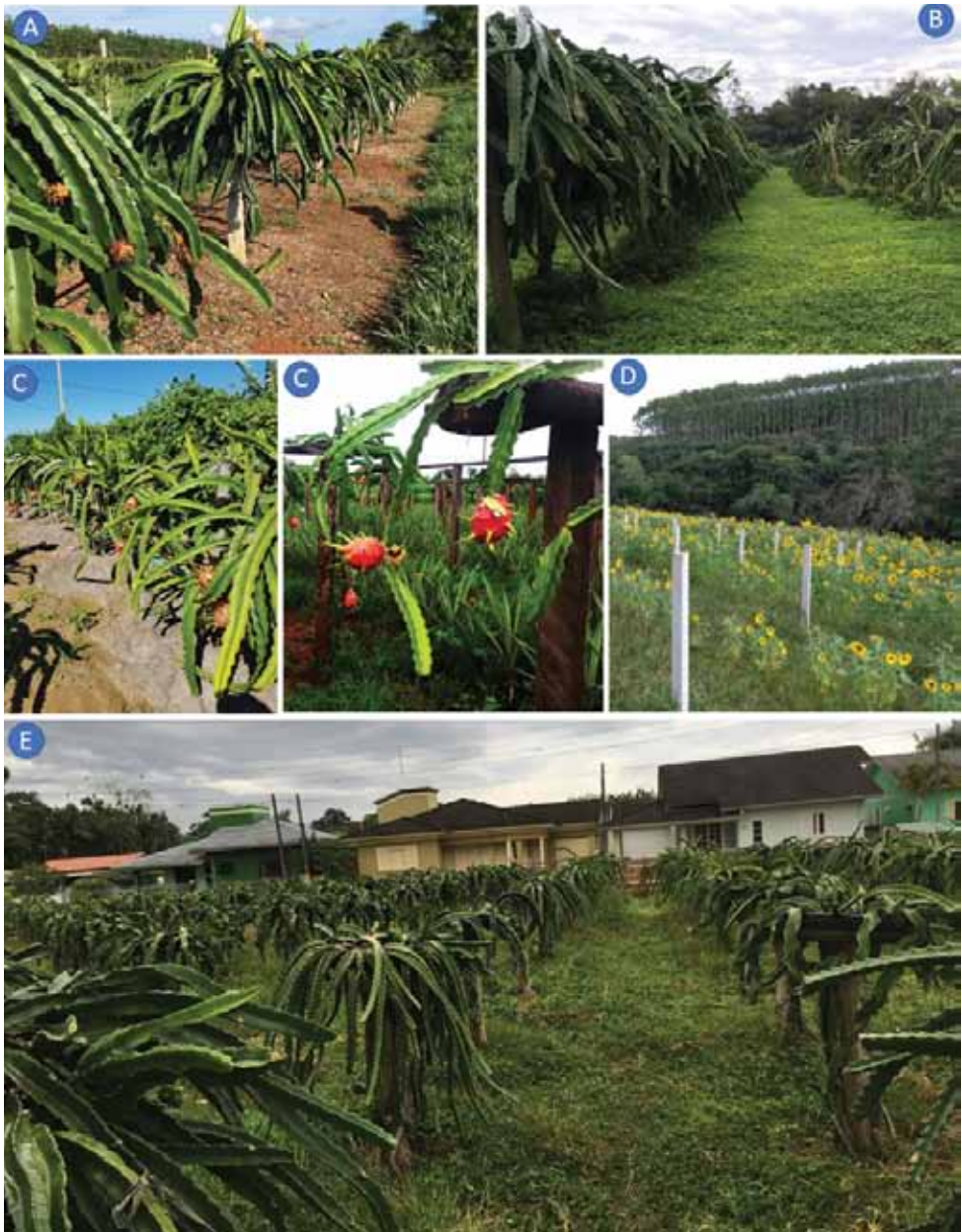


Figura 15. Unidades de validação de genótipos elite de pitaiia: A - em sistema convencional (Embrapa Cerrados, DF); B – em sistema orgânico (Recanto das Pitayas, SC); C - em cultivo consorciado com maracujazeiro (Planaltina, DF); D em cultivo consorciado de abacaxizeiro (Empaer, MT); E - em cultivo consorciado com girassol (Sítio da Ponte de Pedra, MG); F - em ambiente urbano (Turvo, SC)
Fotos: Fábio Gelape Faleiro

2.4 Cultivares desenvolvidos

O trabalho de melhoramento genético das diferentes espécies de pitaia, juntamente com o trabalho de validação agrônômica em diferentes regiões e sistemas de produção, propiciou o desenvolvimento de cinco cultivares. As principais características desses cultivares são descritas abaixo:

2.4.1 BRS Lua do Cerrado (BRS LC)

O cultivar BRS LC (*Selenicereus undatus*) produz frutos grandes, acima de 500g (sem polinização manual), podendo atingir massa superior a 1kg (Figura 16), com formato arredondado, casca vermelha e polpa branca, que podem ser destinados ao mercado de frutas especiais.

Nas condições do Distrito Federal, Goiás, Santa Catarina, Mato Grosso e Pernambuco, o cultivar BRS LC tem iniciado a produção antes de completar um ano de plantio no campo. Aos três anos após plantio alcança produtividade de 20 toneladas por hectare ao ano, sob polinização aberta e, dependendo das condições de manejo do pomar, pode atingir produtividades acima de 30 toneladas por hectare ao ano.



Figura 16. Cultivar BRS Lua do Cerrado: A – características das plantas em fase produtiva; B – fruto maduro

Fotos: Fábio Gelape Faleiro

2.4.2 BRS Luz do Cerrado (BRS LZC)

O cultivar BRS LZC (*Selenicereus undatus*) produz frutos grandes, acima de 500g (sem polinização manual), podendo atingir massa superior a 1kg (Figura 17), apresentando formato alongado, casca vermelha e polpa branca que podem ser destinados ao mercado de frutas especiais.

‘BRS LZC’ é um cultivar que também agrega 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.

Nas condições do Distrito Federal, Goiás, Santa Catarina, Mato Grosso e Pernambuco, o ‘BRS LZC’ tem iniciado a produção antes de completar um ano de plantio no campo e após três anos ele atinge produtividade de 20 toneladas por hectare ao ano em polinização aberta e, dependendo das condições de manejo, pode atingir produtividades acima de 30 toneladas por hectare ao ano.

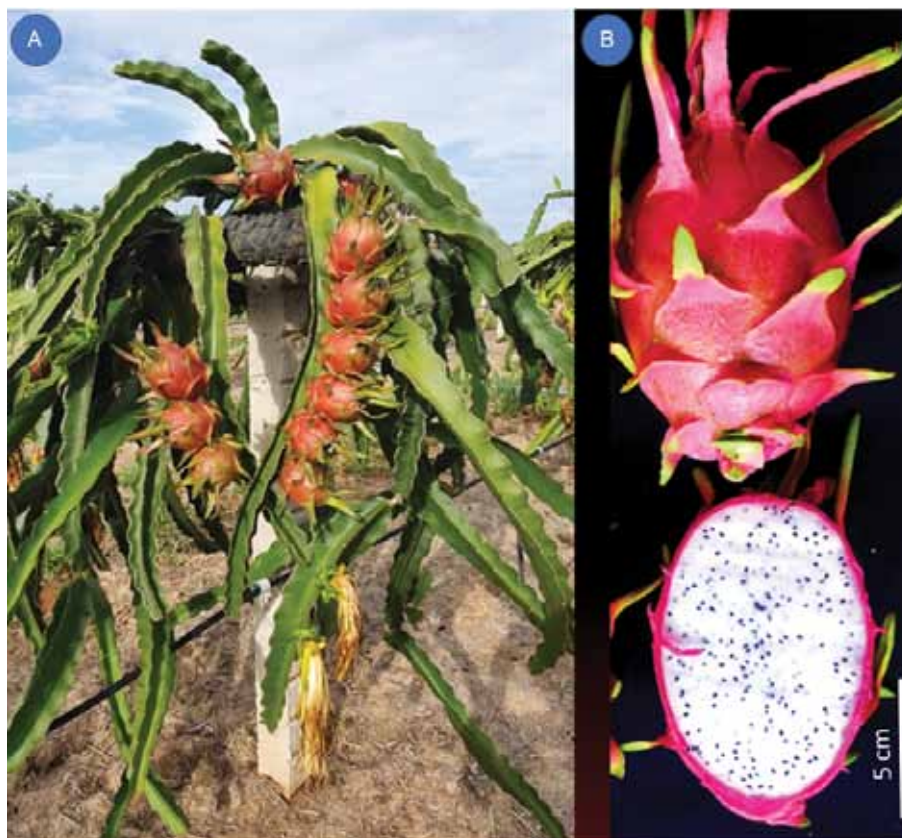


Figura 17. Cultivar BRS Luz do Cerrado: A – características da planta em fase produtiva; B – aspecto do fruto maduro

Fotos: Fábio Gelape Faleiro

2.4.3 BRS Minipitaia do Cerrado (BRS MPC)

O cultivar BRS MPC (*Selenicereus setaceus*) foi originado a partir da biodiversidade essencialmente brasileira, especificamente vinda da região do Cerrado. Produz frutos pequenos, que apresentam casca vermelha com espinhos e polpa branca. Esse cultivar pode ser destinado para a fruticultura ornamental e para o mercado de frutas especiais, considerando o sabor diferenciado devido ao equilíbrio entre o teor de sólidos solúveis e a acidez da polpa (Figura 18).

Nas condições do Distrito Federal, Goiás e Santa Catarina o início da produção do 'BRS MPC' ocorre antes de um ano após o plantio no campo. Aos três anos após o plantio esse cultivar alcança produtividade de 10 toneladas por hectare ao ano em polinização aberta e, dependendo das condições de manejo do pomar, pode atingir produtividades superiores.



Figura 18. Cultivar BRS Minipitaia do Cerrado: A - características da planta; B – fruto maduro
Fotos: Fábio Gelape Faleiro

2.4.4 BRS Granada do Cerrado (BRS GC)

O cultivar BRS GC é um híbrido (*Selenicereus undatus* X *Selenicereus costaricensis*) obtido por meio do melhoramento genético convencional. O método de melhoramento utilizado foi a hibridação interespecífica, seguida de seleção clonal. Este cultivar produz frutos com casca vermelha e polpa roxa, de tamanho médio (250 g) e uniformes (Figura 19).

A população híbrida foi submetida a dois ciclos de seleção clonal para avaliação de produtividade, autocompatibilidade, maior tamanho e teor de sólidos solúveis dos frutos. As matrizes clonais geneticamente superiores foram selecionadas e uma matriz com maior destaque foi utilizada na geração do novo cultivar.

Nas condições do Distrito Federal e Goiás, o 'BRS GC' tem iniciado a produção antes de completar um ano de plantio no campo, após três anos de plantio alcança produtividade de 20 toneladas por hectare ao ano em polinização aberta e, dependendo das condições de manejo do pomar, pode atingir produtividades superiores.



Figura 19. Cultivar Granada do Cerrado: A - Características da planta; B – fruto maduro
Fotos: Fábio Gelape Faleiro

2.4.5 BRS Âmbar do Cerrado (BRS AC)

O cultivar BRS AC foi obtido por meio do melhoramento genético convencional, a partir 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. Três ciclos de seleção clonal foram realizados e matrizes clonais geneticamente superiores foram selecionadas e uma de destaque foi utilizada na geração do novo cultivar.

'BRS AC' (*Selenicereus megalanthus*) produz frutos de casca amarela (Figura 20), tamanho médio e doces, com equilíbrio entre a acidez e o teor de sólidos solúveis o que confere um sabor especial que pode ser destinado ao mercado de frutas especiais de alto valor agregado.

Nas condições do Distrito Federal e de Goiás, o início da produção do cultivar 'BRS AC' tem ocorrido antes de completar um ano de plantio no campo e após três anos de plantio alcança produtividade de 10 toneladas por hectare ao ano, sob polinização aberta. No entanto, dependendo das condições de manejo, pode atingir produtividades superiores. Uma importante característica desse cultivar, nas condições do Cerrado do Planalto Central, é a produção na entressafra dos demais cultivares desenvolvidos pelo programa de melhoramento genético realizado na Embrapa Cerrados.



Figura 20. Cultivar BRS Âmbar do Cerrado: A - características da planta em fase de produção; B - fruto maduro

Fotos: Fábio Gelape Faleiro

Na Tabela 3 é apresentada uma síntese das principais características dos cultivares desenvolvidas pela Embrapa, quanto às características morfológicas dos frutos e agrônômicas relacionadas à autocompatibilidade e à produtividade.

Tabela 3. Características morfológicas e agrônômicas de cultivares de pitaia autocompatíveis desenvolvidas pela Embrapa, com base em informações das unidades de validação

Cultivar	Morfologia dos frutos	Massa média dos frutos (g)	Sólidos Solúveis (°Brix)	Produtividade anual no terceiro ano (t ha ⁻¹)
BRS Lua do Cerrado	Casca vermelha de polpa branca	600	13 a 17	18 a 35
BRS Luz do Cerrado	Casca vermelha de polpa branca	600	13 a 17	18 a 35
BRS Minipitaia do Cerrado	Casca vermelha com espinhos e polpa branca	80	15 a 19	3 a 10
BRS Granada do Cerrado	Casca vermelha e polpa roxa	250	13 a 17	16 a 42
BRS Âmbar do Cerrado	Casca amarela com espinhos e polpa branca	150	20 a 22	7 a 15

2.5 Registro e proteção de cultivares geneticamente superiores

A base para se ter cultivares geneticamente superiores com garantia de origem genética é o registro dos cultivares no Registro Nacional de Cultivares (RNC) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) (BRASIL, 2020a). O registro é necessário para que os viveiros credenciados possam adquirir as plantas matrizes dos cultivares desenvolvidos e comercializar as mudas resultantes (cladódios). Além do aspecto legal, o registro é uma garantia para os produtores da manutenção da qualidade genética dos materiais registrados. Dessa forma, o material propagativo comercializado pelos viveiristas ou pelos produtores licenciados tem a garantia de origem genética.

Além do registro, os cultivares podem ser protegidos no Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) (BRASIL, 2020b). A proteção do cultivar assegura ao titular a sua exploração comercial, que também pode ser feita por terceiros com a autorização do titular.

O processo de registro e proteção de cultivares amplia a garantia ao produtor de que o cultivar plantado possui o potencial genético anunciado pela instituição ou detentor do direito de proteção do material, com procedência efetiva de origem, bem como coíbe a disseminação de material propagativo produzido sem origem genética comprovada e sem controle de qualidade. Como relatado por Faleiro et al. (2018), os processos de registro

e proteção de cultivares são importantes para os produtores rurais, os produtores de sementes e mudas, o detentor/obtentor do cultivar, bem como o governo e a sociedade como um todo.

A proteção de um cultivar segue um conjunto de instruções normativas oficiais, o preenchimento de diferentes formulários necessários ao pedido de proteção, a realização de testes de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade (DHE) e a tabela de descritores mínimos para as espécies passíveis de proteção no Brasil (BRASIL, 2020b). Para a pitaiá, as instruções para execução dos ensaios de DHE de cultivares e a tabela das características com 40 descritores, sendo 11 de cladódios, 14 de flores e 15 de frutos foram publicadas em 09 de maio de 2019 (BRASIL, 2020c).

Diante dos benefícios dos processos de registro e proteção de cultivares, a Embrapa possui uma política de realizar os lançamentos dos cultivares após o seu devido registro e proteção e após os processos de licenciamentos de viveiristas e produtores de material propagativo para garantir a logística de produção e comercialização, fazendo com que os cultivares desenvolvidos cheguem até aos produtores.

Na obtenção dos descritores é importante a harmonização de metodologias aplicadas em diferentes regiões e por avaliadores distintos. Nesse sentido, a equipe da Embrapa Cerrados, com o apoio do SNPC-Mapa, elaborou e publicou um manual ilustrado para subsidiar a utilização das instruções oficiais para realização de testes de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade de cultivares de pitaiá (FALEIRO et al., 2021). No manual, é apresentada a metodologia de aplicação dos descritores morfoagronômicos de pitaiá. Cada descritor e respectivas classes fenotípicas são apresentadas de forma ilustrada para uniformizar, padronizar e evitar erros no processo de obtenção dos descritores.

2.6 Pós-melhoramento, transferência de tecnologia e inovação

Para que os cultivares geneticamente superiores cheguem até o produtor são necessárias ações de transferência de tecnologia e um sistema organizado de produção, venda e distribuição de material propagativo de qualidade, o que caracteriza ações de grande importância do pós-melhoramento (FALEIRO et al., 2008). Aliado a isso, ações de marketing e desenvolvimento de mercado são fundamentais para aumentar a adoção dos cultivares nas diferentes regiões produtoras ou potenciais.

O pós-melhoramento é uma etapa estratégica e de grande importância dentro de qualquer programa de melhoramento genético e envolve algumas ações como: (a) avaliação agrônoma dos cultivares em regiões com diferentes condições edafoclimáticas e em diferentes sistemas de produção, (b) posicionamento agrônomo, industrial e mercadológico dos cultivares; (c) elaboração de modelos de negócio; (d) oferta pública de material propagativo para licenciamento de produtores de material propagativo; (e) estabelecimento de parcerias público-privadas para promoção e logística de comercialização de material propagativo; (f) monitoramento da adoção dos cultivares pelos produtores e indústrias e (g) avaliação de impactos econômicos e sociais resultantes da adoção dos cultivares e levantamento de novas demandas para retroalimentar o programa de melhoramento genético.

O pós-melhoramento é fundamental dentro do macroprocesso de inovação da Embrapa (EMBRAPA, 2020), que envolve diferentes etapas: (a) Inteligência Estratégica e Planejamento; (b) Pesquisa; (c) Desenvolvimento e Validação; (d) Transferência de Tecnologia; (e) Monitoramento da Adoção e (f) Avaliação de Impactos. Esse macroprocesso é a forma pela qual a Embrapa trabalha para cumprir sua missão de viabilizar soluções tecnológicas obtidas pelas ações de pesquisa, desenvolvimento e inovação visando à sustentabilidade da agricultura em benefício da sociedade brasileira, conforme representado na Figura 21.



Figura 21. Macroprocesso de inovação da Embrapa
Fonte: Embrapa (2020)

De acordo com o macroprocesso de inovação, o desenvolvimento dos cultivares geneticamente superiores é apenas uma parte do processo. Depois de desenvolvidos, os cultivares precisam chegar até os produtores por meio das ações de pós-melhoramento, onde as ações de transferência de tecnologia são fundamentais. Para realizar tais ações,

a Embrapa conta com uma rede de parcerias públicas e privadas envolvendo empresas estaduais de pesquisa e extensão rural, profissionais ligados a ações de assistência técnica e consultorias, universidades, cooperativas e associações de produtores, viveiristas e produtores de material propagativo, empresas de empreendimentos rurais e industriais, além de produtores formadores de opinião.

Diferentes estratégias são utilizadas para ações de transferência de tecnologia, tais como cursos de capacitação, reuniões técnicas, seminários, dias de campo, participação em feiras e exposições, montagem de unidades de referência tecnológica, unidades demonstrativas e unidades de observação.

Essas unidades são utilizadas tanto para a tomada de decisão sobre o lançamento de novos cultivares, quanto para a expansão de recomendação de cultivares já lançados para regiões onde não haviam sido testados. Nessas unidades, são realizadas avaliações dos cultivares em processo de desenvolvimento e finalização tecnológica, que são plantados em parcelas lado a lado com cultivares representativos no mercado.

Outro canal importante para transferência de tecnologia são as plataformas digitais. A Embrapa tem trabalhado para disponibilizar publicações, produtos, processos e serviços no seu portal na internet. Com o amplo acesso da sociedade às mídias digitais, certamente o uso dessa estratégia aumenta significativamente a difusão das informações técnicas e científicas desenvolvidas. No caso dos cultivares, existe a página de cultivares desenvolvidos pela Embrapa (EMBRAPA, 2020b), onde podem ser encontradas informações sobre os cultivares e o contato de viveiristas licenciados que produzem e comercializam material propagativo dos cultivares com garantia de origem genética.

2.7 Considerações finais

O cultivo de pitaiá no Brasil e no mundo é muito recente, mas a produção e o consumo têm aumentado muito nos últimos anos. No Brasil, é considerada uma novidade promissora para os fruticultores e consumidores, entretanto, é importante o fortalecimento da cadeia produtiva. Para isso, é fundamental o desenvolvimento de cultivares com garantia de origem genética e que possam atender as demandas de produtores e consumidores.

Importantes avanços foram obtidos no desenvolvimento de novos cultivares de pitaiá das espécies de maior importância comercial pela Embrapa. As atividades de pós-melhoramento, transferência de tecnologia e avaliação de adoção e impacto dos cultivares são estratégicas.

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 pitaiás, tendo em vista a adoção dos cultivares geneticamente superiores e seus impactos positivos no fortalecimento de toda a cadeia produtiva.

REFERÊNCIAS

BARTHLOTT, W.; HUNT, D.R. Cactaceae. In: KUBITZKI, K.; ROHWER J.G.; BITTRICH, V. (Eds.) **Flowering plants dicotyledons. The families and genera of vascular plants**, v. 2. Springer: Berlin, Heidelberg, 1993. p. 161-197.

BASTOS, D.C.; PIO, R.; SCARPARE FILHO, J.A.; LIBARDI, M.N.; ALMEIDA, L.F.P.; GALUCHI, T.P.D.; BAKKER, S.T. Propagação da pitaya 'vermelha' por estaquia. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 6, 2006. DOI: 10.1590/S1413-70542006000600009

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Registro Nacional de Cultivares**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/cartas-de-servico/defesa-agropecuaria-sementes-e-mudas/registro-nacional-de-cultivares-rnc>. Acesso em: 18 set. 2020a.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Serviço Nacional de Proteção de Cultivares**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/registro-nacional-de-cultivares-2013-rnc-1>. Acesso em: 18 set. 2020b.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Serviço Nacional de Proteção de Cultivares. **Instruções para execução dos ensaios de DHE de cultivares de pitaya *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton e Rose, *Hylocereus costaricensis* Britton e Rose, *Selenicereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran e *Selenicereus setaceus* Rizz.** Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/protacao-de-cultivar/arquivos/PITAIA_FORMULARIO_09mai2019P.docx. Acesso em: 18 set. 2020c.

BRITTON, N.L.; ROSE, J.N. **The Cactaceae. Descriptions and illustrations of plants of the cactus family**, v. 2, Carnegie Institute: Washington. 1920. 248 p.

BUXBAUM, F. The phylogenetic division of the subfamily Cereoideae, Cactaceae. **Madroño**, v. 14, p. 177-206, 1958.

EMBRAPA. **Política de Inovação**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/politica-de-inovacao>. Acesso em setembro de 2020.

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 setembro de 2020.

FALEIRO, F.G.; FARIAS NETO, A.L.; RIBEIRO JÚNIOR, W.Q. **Pré-melhoramento, melhoramento e pós-melhoramento: estratégias e desafios**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. 184 p.

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V. Recursos genéticos: conservação, caracterização e uso. In: FALEIRO, F.G.; ANDRADE, S.R.M.; REIS JÚNIOR, F.B. (Eds.) **Biotecnologia: estado da arte e aplicações na agropecuária**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2011. p. 513-551.

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V. **Pitayas: atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação na Embrapa Cerrados**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2021. 72 p. (Embrapa Cerrados. Documentos,374). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/230728/1/Doc-374-Fabio-Faleiro.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2022.

FALEIRO, F.G.; SANTOS, F.S.; JUNQUEIRA, K.P. Registro e proteção de cultivares de maracujá. In: MOREIRA, M.P.; COSTA, A.M.; FALEIRO, F.G.; CARLOSAMA, A.R.; CARRANZA, C. (Eds.) **Maracujá: dos recursos genéticos ao desenvolvimento tecnológico**. Brasília, DF: ProImpress. 2018. p. 67-79. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/188159/1/Maracuja.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2022.

FALEIRO, F.G.; OLIVEIRA, J.S.; JUNQUEIRA, N.T.V. (Eds.) **Aplicação de descritores morfoagronômicos utilizados em ensaios de DHE de cultivares de pitaya: Manual prático**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. 2021. 58p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/231216/1/Aplicacao-de-descritores-morfoagronomicos-utilizados-em-ensaios-de-DHE.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2022.

FRÓES JÚNIOR, P.S.M.; CARDOSO, N.R.P.; REBELLO, F.K.; HOMMA, A.K.O.; LOPES, M.L.B. Aspectos da produção, comercialização e desenvolvimento da cultura da pitaya no estado do Pará. **Enciclopédia Biosfera**, v. 16, p. 254-279, 2019. DOI: 10.18677/EnciBio_2019A19

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. Acesso em: 19 nov. 2020.

JUNQUEIRA, K.P.; JUNQUEIRA, N.T.V.; FALEIRO, F.G.; BRAGA, M.F.; SANO, S.M.; BELLON, G.; FONSECA, K.G.; LIMA, C.A. Potencial da pitaya-do-cerrado como planta ornamental. In: **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v.13 (suplemento), p. 1365-1368. 16º Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais, 3º Congresso Brasileiro de Cultura de Tecidos de Plantas, 1º Simpósio de Plantas Ornamentais Nativas. Goiânia, 2007.

JUNQUEIRA, K.P.; FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BELLON, G.; LIMA, C.A.; SOUZA, L.S. Diversidade genética de pitayas nativas do Cerrado com base em marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 3, p. 819-824, 2010a. DOI: 10.1590/S0100-29452010005000104

JUNQUEIRA, K.P.; FALEIRO, F.G.; BELLON, G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; FONSECA, K.G.; LIMA, C.A.; SANTOS, E.C. Variabilidade genética de acessos de pitaya com diferentes níveis de produção por meio de marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 3, p. 840-846, 2010b. DOI: 10.1590/S0100-29452010005000107

KOROTKOVA, N.; BORSCH, T.; ARIAS, S.A phylogenetic framework for the Hylocereeae (Cactaceae) and implications for the circumscription of the genera. **Phytotaxa**, v. 327, p. 1-46, 2017. DOI: 10.11646/phytotaxa.327.1.1

LIMA, C.A.; COHEN, K.O.; FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BELLON, G.; BRANCO, M.T.C.; FUHRMANN, E.; LEÃO, A.J.P.; OLIVEIRA, R.R. Caracterização físico-química e de compostos funcionais em frutos de pitaya. In: XXI Congresso Brasileiro de Fruticultura, Frutas: saúde, inovação e sustentabilidade. **Anais...** 2010. Sociedade Brasileira de Fruticultura: Natal. Unidade CD. 2010.

LIMA, C.A. **Caracterização, propagação e melhoramento genético de pitaya comercial e nativa do Cerrado**. Brasília, DF: Universidade de Brasília. (Tese de doutorado em Agronomia). 124f. il. 2013.

LIMA, C.A.; FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V. Diversidade genética intra e interespecífica de pitaya com base nas características físico-químicas de frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.4, p. 1066-1072, 2013a. DOI: 10.1590/S0100-29452013000400018

LIMA, C.A.; FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; COHEN, K.O.; GUIMARÃES, T.G. Características físico-químicas, polifenóis e flavonóides amarelos em frutos de espécies de pitaias comerciais e nativas do Cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.2, p. 565-570. 2013b. DOI: 10.1590/S0100-29452013000200027

LIMA, C.A.; FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V. BELLON, G. Avaliação de características físico-químicas de frutos de duas espécies de pitaya. **Revista Ceres**, v.61, n.3, p. 377-383, 2014.

LONE, A.B.; BELTRAME, A.B.; SILVA, D.A.; GUIMARÃES, G.G.F.; HARO, M.M.; MARTINS, R.S. **Cultivo de Pitaia**. Florianópolis, 2020. 44p. (Epagri. Boletim Técnico, 196).

LUO, J.; XU, M.; QI, Z.; XIONG, R.; CHENG, Y.; LIU, C.; WEI, S.; TANG, H. Differential responses of the soil microbial community in two pitaya orchards with different mulch types. **Scientific Reports**, v.9, 10413, 2019. DOI: 10.1038/s41598-019-46920-3

MERCADO-SILVA, E.M. Pitaya - *Hylocereus undatus* (Haw). In: RODRIGUES, S.; SILVA, E.O.; BRITO, E.S. (Eds.). **Exotic Fruits**. Academic Press. 2018. p. 339–349. doi:10.1016/b978-0-12-803138-4.00045-9

MIZRAHI, Y. Vine-cacti pitayas: the new crops of the world. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 124-138, 2014. DOI: 10.1590/0100-2945-452/13

SOUZA, L.S.; JUNQUEIRA, K.P.; GERMENDORFF, A.L.; NASCIMENTO, A.J.C.; JUNQUEIRA, N.T.V.; FALEIRO, F.G.; SANTOS, E.C.; BELLON, G.; JUNQUEIRA, L.P. Características físico-químicas de frutos de pitaya CPAC-PY-01 cultivada nos Cerrados In: XIX Congresso Brasileiro de Fruticultura, Frutas do Brasil: Saúde para o mundo, **Anais...** Cabo Frio, RJ, 2006, p. 244.

TEL-ZUR, N.; DUDAI, M.; RAVESH, E.; MIZRAHI, Y. Selection of interspecific vine cacti hybrids (*Selenicereus* spp.) for self-compatibility. **Plant Breeding**, v. 131, p. 681-685, 2012. DOI: 10.1111/j.1439-0523.2012.01992.x

TEL-ZUR, N.; MOUYAL, J.; ZURGIL, U.; MIZRAHI, Y. In support of Winge's theory of "Hybridization followed by chromosome doubling". **Frontiers in Plant Science**, v. 11, 954, 2020. DOI:10.3389/fpls.2020.00954

THOMPSON, P.H. **Pitahaya- A promising new fruit crop for Southern California**. Bonsall Publications: 2002. 46p.

3 Biologia floral e polinização

Introdução

**Amanda Gonçalves Guimarães, Samuel Cunha Oliveira Giordani,
André Rodrigo Rech, Márcia Regina da Costa**

No Brasil, a produção comercial de pitaiá é considerada recente. Segundo dados do Programa Brasileiro de Modernização do Mercado Hortigranjeiro (Prohort), a fruta passou a ser ofertada nas unidades da Central de Abastecimento de Hortifrutigranjeiros (Ceasa) em volumes mais expressivos somente a partir de 2019. No entanto, para a continuidade da expansão do cultivo é necessário o desenvolvimento de pesquisas que envolvam tanto o manejo de pomares quanto o melhoramento genético das espécies, as quais contribuem para aumentar a produtividade e melhorar a qualidade das pitaiás.

No que se refere ao manejo, informações sobre a necessidade de polinização para a produção das diferentes espécies de pitaiá são fundamentais para o planejamento estratégico de seu cultivo nas diferentes regiões. A maioria dos frutos consumidos no mundo é dependente de polinização e, no Brasil, a polinização aporta, anualmente, mais de R\$ 43 bilhões da balança comercial de alimentos (WOLOWSKI et al., 2019).

A efetividade da polinização, tanto em termos de quantidade quanto de qualidade do pólen que chega nos estigmas das flores, tem relação direta com a qualidade de frutos em muitas espécies nativas (RECH et al., 2018) e cultivadas (GARRATT et al., 2014; JUNQUEIRA et al., 2001). Características, como tamanho de frutos, teor de açúcares e quantidade de polpa, estão relacionadas com as características morfológicas e reprodutivas das flores (KLATT et al., 2014).

Em relação às espécies de pitaiá, as pesquisas demonstram que há algumas que dependem de polinização cruzada para a produção e outras que são autocompatíveis. Entretanto, é fundamental conhecer não apenas a biologia floral das espécies, mas também os fatores que afetam a polinização, pois tanto a falta de pólen como o agente polinizador podem causar prejuízos à produção.

Este capítulo apresenta informações relacionadas à biologia floral e à polinização de espécies de pitaiá cultivadas no Brasil, que são essenciais para a biologia reprodutiva e para subsidiar o incremento da frutificação e o tamanho dos frutos, bem como para o desenvolvimento de programas de melhoramento genético desta espécie, permitindo obter maior sucesso nos cruzamentos.

3.1 Biologia floral

A compreensão da biologia floral está relacionada com a morfologia, a fenologia, a polinização e a fecundação das flores. Estas informações combinam interações entre flores e visitantes (polinizadores) e são fundamentais para a compreensão do funcionamento do sistema reprodutivo das espécies e também para a estruturação dos ecossistemas, além de contribuírem para a manutenção e ou o aumento na produção de alimentos (FIGUEIREDO, 2000).

O conhecimento da biologia floral das espécies de pitaiá é importante para o planejamento dos pomares, de forma a subsidiar a sua exploração econômica, pois a ausência de polinização por condições ambientais e climáticas adversas, por falta de pólen ou do agente polinizador, interfere na quantidade e na qualidade das pitaias (SILVA et al., 2011). Embora a espécie *Selenicereus undatus* seja citada no relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil em 2019, características como dependência de polinizadores, valor agregado pela polinização e grupo de polinizadores ainda eram desconhecidas (WOLOWSKI et al., 2019). Assim, dependendo da espécie cultivada, para garantir a produção de frutas na falta ou na diminuição de polinizadores, é necessário o plantio de espécies ou de clones diferentes que favoreçam a oferta de pólen, ou seja, que floresçam na mesma época ou aumentem a quantidade de pólen mediante a polinização manual para a produção de frutos de maior massa (DAG & MIZRAHI, 2005; LONE et al., 2017). Outras medidas de manejo incluem a adequação da paisagem do entorno a fim de que ela se torne atrativa para os polinizadores e aumente seu número próximo aos cultivos (CONG et al., 2014; BARTHOLOMÉE et al., 2020).

3.2 Morfologia floral

A flor é uma estrutura complexa cujas funções vão desde a proteção dos meristemas florais em desenvolvimento até a atração de polinizadores, deterrência de antagonistas, local para a fecundação dos óvulos e, finalmente, o desenvolvimento de frutos e sementes. No interior das sementes está o embrião de uma planta e sua dispersão possibilitará que outros indivíduos se estabeleçam no ambiente. Nas plantas que dependem de polinização cruzada para a fecundação e a formação de sementes, as flores são, em geral, conspicuas, com uma variedade de cores, odores e formas que atraem e interagem com os visitantes florais (FIGUEIREDO, 2000; RECH et al. 2014).

A flor das espécies de pitaiá é composta de órgãos reprodutores, de proteção e de suporte (Figura 1). Os reprodutores são divididos em masculinos e femininos. Os masculinos são chamados de estames, os quais são compostos por uma estrutura chamada filete (haste fina que suporta a antera) e a antera (estrutura que forma os grãos de pólen). O conjunto de estames que compõem a flor é denominado androceu. O órgão feminino é chamado de carpelo ou pistilo e, em conjunto, é denominado de gineceu, cujas porções estruturais são o estigma (estrutura que recebe o pólen), o estilete (tubo que se liga ao ovário) e o ovário (local onde são produzidos os óvulos, que nas espécies de pitaiá são numerosos). Os órgãos de proteção e atração são as sépalas e as pétalas respectivamente, sendo os seus conjuntos chamados de cálice e corola. As sépalas estão localizadas externamente, abaixo das pétalas, apresentam tamanho e cores variáveis. As pétalas são o principal órgão atrativo nas flores e normalmente são coloridas nas plantas polinizadas por animais, como é o caso das pitaias. Quando as sépalas e as pétalas são similares na aparência, são denominadas de tépalas, como ocorre em algumas espécies. Os órgãos de suporte são o pedúnculo e o receptáculo, que servem para a sustentação e a conexão da flor ao cladódio.

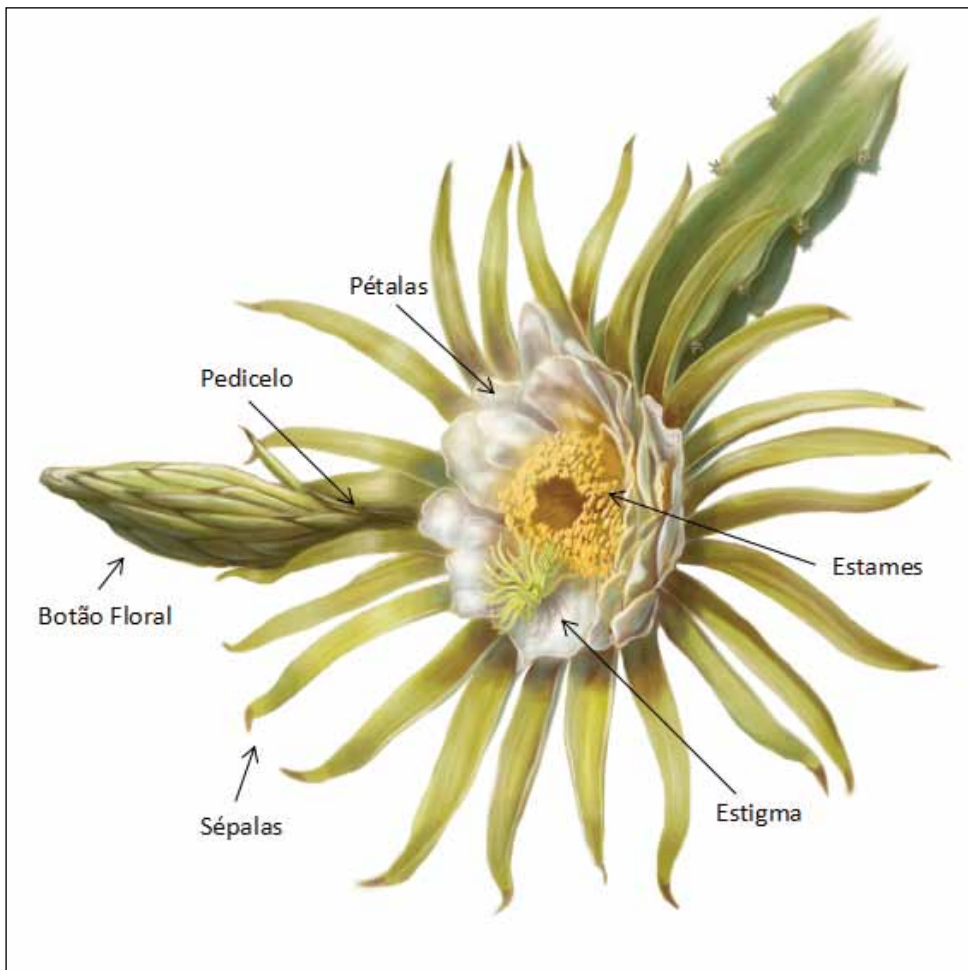


Figura 1. Estrutura do botão e da flor de pitiaia

Ilustração: Pedro Lorenzo (2020)

Nas espécies de pitiaia, as flores são emitidas nas gemas axilares lateralmente ao cladódio, denominadas de aréolas e são hermafroditas, ou seja, apresentam o órgão feminino e o masculino na mesma flor (Figura 2). Os estames são abundantes, acima de 800, apresentam diferentes alturas e, em algumas espécies, a exemplo da *S. undatus*, são inferiores ao estigma. A diferença observada na altura das anteras de alguns clones de *Selenicereus* spp. é de, pelo menos, 2cm abaixo do estigma (Figura 2D). No entanto, há espécies em que as anteras e os estigmas estão localizados na mesma altura, assim como na *S. megalanthus* (WEISS et al., 1994). O estigma é formado por 14 a 28 lóbulos cremosos delgados (com $1,65 \pm 0,11$ cm de comprimento cada), semelhantes a tentáculos (Figura 2E) e está posicionado acima dos estames, apresentando uma separação espacial em relação

às anteras (Figura 2D). Este fenômeno de separação espacial entre as anteras e o estigma é denominado hercogamia e ocorre em diversas plantas predominantemente alógamas, contribuindo para a redução da autopolinização, assim como ocorre em várias espécies de pitiaia. O ovário é ínfero e está localizado abaixo da inserção das outras partes florais (Figura 2F).

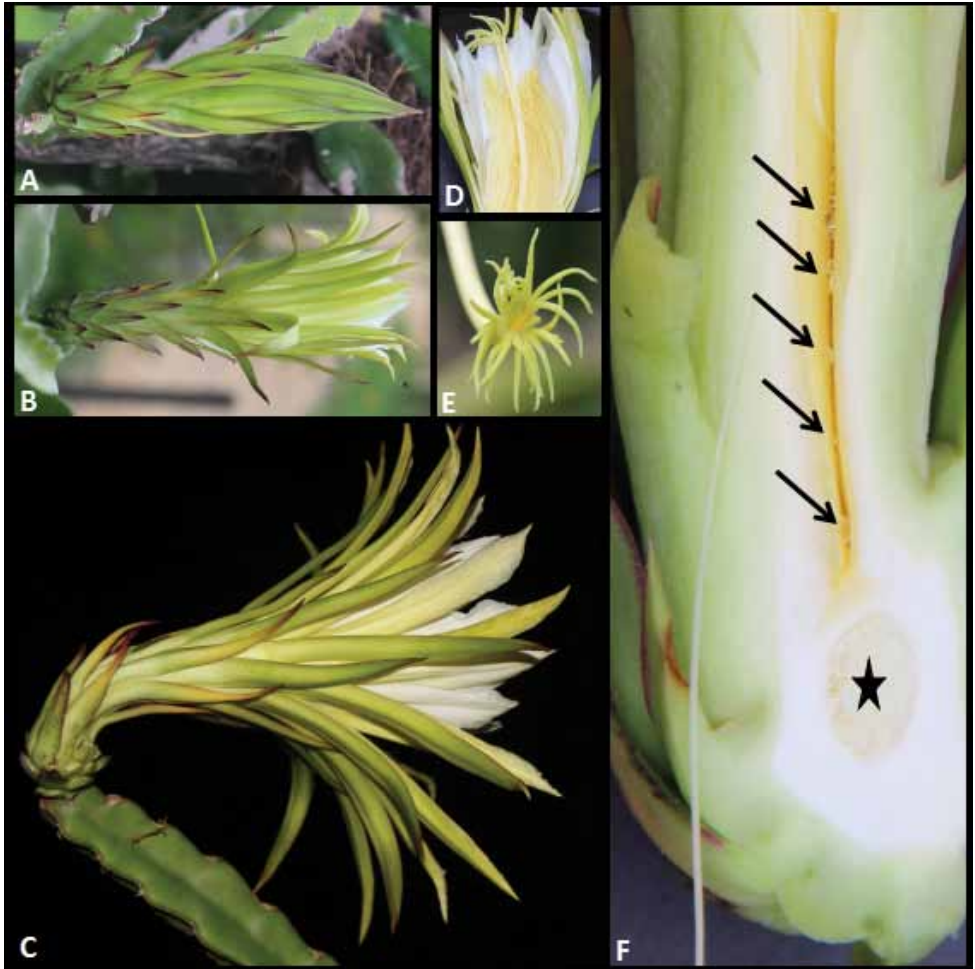


Figura 2. Biologia floral de *Hylocereus* sp.; A - botão floral no dia anterior à antese; B - início da abertura floral; C - flor aberta; D - corte longitudinal da corola, apresentando as pétalas e os estames; E - vista frontal do estigma; F - corte do tubo da corola, apresentando ovário (estrela) e gotículas de néctar na face interna da corola (setas)
Fotos: André Rodrigo Rech (2020)

As flores das espécies *Selenicereus undatus* e *Hylocereus polyrhizus*, que são as mais cultivadas no Brasil, apresentam formas anatômicas idênticas, com a mesma quantidade de peças florais (MUNIZ et al., 2019). De acordo com estes autores, as flores são grandes e pedunculadas, apresentando em média de $77,0 \pm 1,0$ sépalas e $23,0 \pm 2,3$ pétalas e medem, da base ao ápice, $27,2 \pm 1,5$ cm na antese e $28,8 \pm 2,0$ cm de largura, quando totalmente abertas. Essas dimensões favorecem a atração de polinizadores.

Em relação à coloração das peças florais, há variação de acordo com a espécie (Figura 3), sendo uma característica morfológica utilizada na seleção de genótipos e clones diferentes. As sépalas da base do botão floral são menores e podem apresentar variação de cor e conter ou não espinhos (Figuras 3A, 3B e 3C). Nas espécies *S. megalanthus* (Figura 3C) e *S. setaceus* (Figura 3D), observam-se espinhos, que permanecem nos frutos até a maturação e variação de cores entre verde-claro, amarelo, rosa e verde com pontas arroxeadas (Figuras 3D, 3E, 3F, 3G e 3H). Nessas espécies a cor das pétalas varia entre branco, amarelo-claro e rosa (Figuras 3D, 3E, 3F, 3G, 3H e 3I).

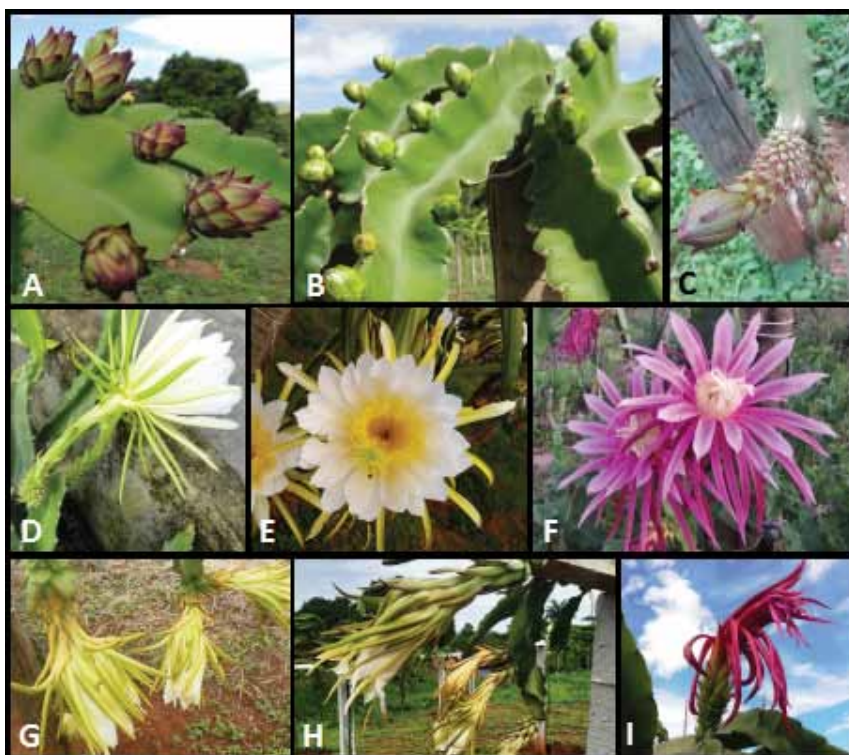


Figura 3. Biologia floral de *Selenicereus* spp. e *Hylocereus* sp.; A, B e C – diferença de coloração das sépalas do botão floral das espécies *Hylocereus polyrhizus*, *Selenicereus undatus* e *Selenicereus megalanthus*, respectivamente; C e D – presença de espinhos nas espécies *S. megalanthus* e *S. setaceus*; D, E e F – antese; G, H e I – pós-antese – no dia seguinte à antese

Fotos: Maria do Céu M. Cruz (2020)

A antese (abertura) ocorre durante a noite. As flores abrem uma única vez, com duração de 12 a 15 horas, dependendo das condições de luminosidade e temperatura (MARQUES et al., 2011a; MUNIZ et al., 2019), permanecendo abertas até as primeiras horas do dia seguinte, o que possibilita a polinização por visitantes florais diurnos (MARQUES et al., 2011b; MUNIZ et al., 2020).

O horário de início e de final da antese varia em função das condições climáticas do local de cultivo. Na Região Nordeste do Brasil, a antese nas espécies *S. undatus* e *H. polyrhizus* tem duração média de 12 horas. A pré-antese, início do desprendimento das sépalas que recobrem as pétalas, ocorre por volta das 14h00, com a antese iniciando-se às 19h00, a abertura máxima entre às 00h00 e 2h00 e o fechamento completo às 07h00 da manhã seguinte (MUNIZ et al., 2019). No Sudeste, esse período pode ser mais longo. Em Diamantina (MG), as flores da *S. undatus* podem permanecer em processo de fechamento até por volta do meio-dia da manhã seguinte à antese, devido às temperaturas amenas.

A deiscência das anteras (liberação do pólen) nas flores das espécies de *H. polyrhizus* e *S. undatus* tem sido observada na fase de pré-antese, com as flores ainda fechadas. No entanto, devido à altura do estigma, localizado acima das anteras, o pólen lançado nessa fase atinge apenas os estiletos (MUNIZ et al., 2019), não ocorrendo a polinização natural. Com o início da abertura das flores, os grãos de pólen caem sobre as pétalas e os estiletos, facilitando a visita dos polinizadores e a polinização nas espécies que são autocompatíveis, a exemplo da *S. megalanthus*, pois o movimento de fechamento das pétalas no final da antese favorece a autopolinização e garante a fecundação do óvulo, caso a flor não tenha sido polinizada (WEISS et al., 1994).

Dois aspectos relacionados à biologia floral são essenciais para o sucesso da polinização: a receptividade do estigma e a viabilidade do pólen, mesmo ocorrendo a deiscência das anteras durante a antese. A receptividade do estigma e a viabilidade dos grãos de pólen são fundamentais para a aderência e germinação dos grãos de pólen (formação do tubo polínico). Assim, a polinização no momento certo da receptividade estigmática garante que os grãos de pólen possam formar o tubo polínico e ultrapassar o estilete até os óvulos, onde ocorre a fecundação (fusão dos gametas masculino e feminino) e posteriormente o desenvolvimento do fruto.

Avaliações realizadas em flores de *H. polyrhizus* e *S. undatus*, em Minas Gerais, demonstram a receptividade do estigma dessas espécies durante as fases de pré-antese e antese, ou seja, apto a ser polinizado a partir da pré-antese e durante todo o período da abertura floral (Figuras 4 e 5), o que também foi observado na antese destas espécies no Nordeste do Brasil (MUNIZ et al., 2019).

Quanto à viabilidade polínica, as pesquisas mostram que é possível realizar a polinização na pré-antese (Figura 4), pois há receptividade do estigma e viabilidade polínica acima de 50%, principalmente entre as 8h00 e 10h00 e entre 16h00 e 18h00. A vantagem de realizar a polinização manual na pré-antese é a maior oferta de pólen devido à ausência de insetos polinizadores visitando os botões florais e a facilidade de realizar o manejo diurno. Durante a antese, a polinização natural é favorecida após abertura completa das flores, entre 23h00 e 3h00 (Figura 5), pois é o momento em que há mais

polinizadores noturnos, além da maior viabilidade dos grãos de pólen. Assim, deve-se ter atenção ao realizar a polinização manual na manhã seguinte à antese, mesmo que as flores continuem abertas, pois a quantidade de grãos de pólen em flores desprotegidas é menor e a viabilidade deles é reduzida.

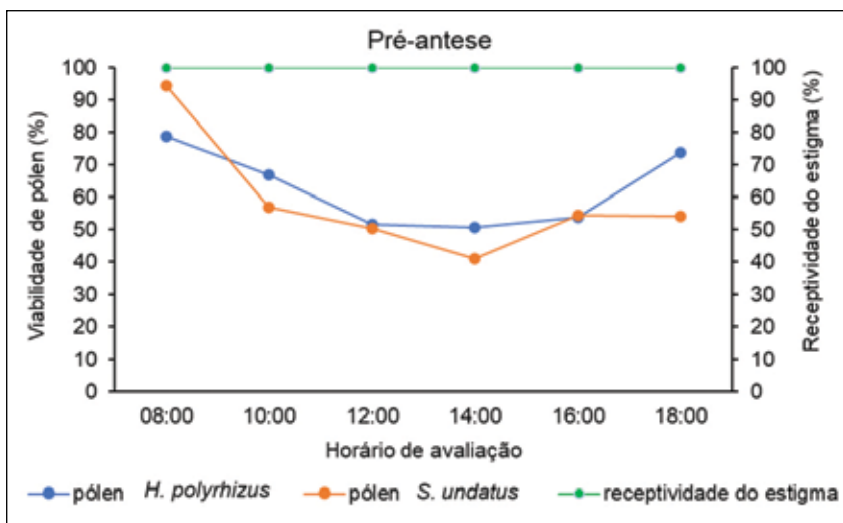


Figura 4. Viabilidade de pólen e receptividade do estigma de *Hylocereus polyrhizus* e *Selenicereus undatus* na pré-antese

Fonte: Santiago (2022) – Diamantina (MG), temperatura média de 17,6°C a 26,5°C

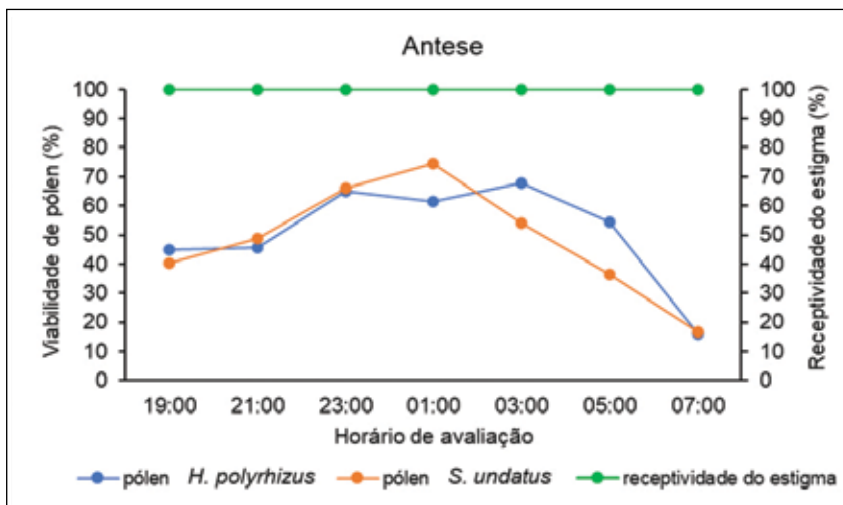


Figura 5. Viabilidade de pólen e receptividade do estigma das espécies *Hylocereus polyrhizus* e *Selenicereus undatus* durante o período de antese

Fonte: Sena (2022) – Couto Magalhães de Minas (MG), temperatura média de 22,5°C a 31,9°C

O armazenamento do pólen também é uma alternativa para a polinização, a fim de garantir um suprimento compatível e obter bons rendimentos. Os grãos de pólen das espécies *S. undatus* e *H. polyrhizus* têm permanecido viáveis por até nove meses, quando armazenados a seco em temperaturas abaixo de zero (METZ et al., 2000). Vale ressaltar que a coleta de pólen deve ser realizada nos horários de maior viabilidade polínica para garantir melhores resultados quando a polinização for realizada após o armazenamento.

Além da viabilidade, a quantidade de pólen que é depositada nos estigmas das flores durante a polinização é fundamental, pois, para que haja a fecundação dos óvulos com eficiência, é necessário que sejam viáveis e em quantidade adequada. Caso não ocorra polinização devido à ausência de pólen ou de polinizador, as flores se fecham na manhã do dia seguinte à antese (Figuras 6A e 6D). As flores não fecundadas por falta de pólen ou de germinação dos grãos de pólen tornam-se amareladas e caem, quatro a seis dias após a antese (Figuras 6B e 6E). Nas flores fecundadas, a parte inferior (ovário) torna-se esverdeada e há aumento de volume, indicando a fixação e o posterior desenvolvimento do fruto (Figuras 6C e 6F).



Figura 6. Biologia floral de *Selenicereus* spp.; A e D – pós-antese. B e E – restos florais amarelados por falta de polinização. C e F - desenvolvimento dos frutos após a polinização Fotos: Maria do Céu M. Cruz (2020)

A eficiência de polinização depende do número de flores polinizadas e, consequentemente, da quantidade de óvulos fecundados, pois assim maior será a quantidade de sementes na pitaiá, com consequência direta no tamanho dos frutos. Esse aspecto é desejável para a produção em escala comercial, uma vez que os maiores frutos alcançam melhores preços no mercado.

3.3 Polinização e agentes polinizadores

A polinização é necessária para que possa ocorrer a fecundação do óvulo, cujo desenvolvimento originará o embrião e a semente. De maneira geral, as características morfológicas das flores refletem as adaptações de diferentes agentes polinizadores (RECH et al., 2014). No entanto, a morfologia não garante que os polinizadores sempre sejam atraídos e prestem o serviço ecossistêmico de polinização. Entre os fatores que influenciam a interação planta-polinizador estão o horário de polinização, a eficiência de polinização (quantidade e qualidade) de agentes polinizadores, a viabilidade do pólen e as condições edafoclimáticas do local de cultivo (MUNIZ et al., 2020).

Com relação ao deslocamento dos grãos de pólen, a polinização ocorre de duas formas, por autopolinização e por polinização cruzada. A autopolinização ocorre quando há transferência de pólen da antera para o estigma da mesma flor ou de flores do mesmo indivíduo (RECH et al., 2014). Nas espécies que apresentam autoincompatibilidade, é necessário que haja polinização cruzada para a formação de frutos. Nessas espécies o pólen precisa ser transferido para o estigma da flor de uma planta diferente.

Em algumas espécies de pitaiá ocorre a autopolinização, a exemplo de alguns clones de *S. undatus* (WEISS et al., 1994; TRAN & YEN, 2014; MENEZES et al., 2015a; MUNIZ et al., 2019) e *S. megalanthus* (LICHTENZVEIG et al., 2000; DAG & MIZRAHI, 2005). Entretanto, existe ainda a discussão sobre a necessidade de polinização manual ou se a autopolinização espontânea ou polinização natural (realizada por polinizadores) seria suficiente. Há resultados de pesquisa que evidenciam, nas espécies *S. megalanthus* e *S. undatus* (Tabela 1), a produção de pitaiás com mais sementes, mais pesadas e com maior teor de sólidos solúveis, quando as flores foram polinizadas manualmente, comparadas às que foram autopolinizadas ou polinizadas naturalmente por insetos (DAG & MIZRAHI, 2005; MENEZES et al., 2015a; MENEZES et al., 2015b).

Tabela 1. Percentual de frutificação, número de sementes (NS), massa média e teor de sólidos solúveis (SS) em frutos das espécies *Selenicereus megalanthus* e *S. undatus* provenientes de polinização manual, autopolinização e polinização natural realizada por polinizadores

Variável	<i>Selenicereus megalanthus</i>			<i>Selenicereus undatus</i>		
	⁽¹⁾ manual	⁽¹⁾ auto-polinização	⁽¹⁾ natural*	⁽²⁾ manual	⁽³⁾ autopolinização	⁽³⁾ natural
Frutificação (%)	96,8	82,9	96,5	66-80	7	-
NS	465	262	294	1.402-2.885	822,5	1.298,6
Massa (g)	134	86	87	213-499	168,5	248,3
SS (°Brix)	15,8	14,3	14,7	11,7-13,7	12,9	13,1

Fonte: ⁽¹⁾ Dag & Mizrahi (2005); ⁽²⁾ Menezes et al. (2015b); ⁽³⁾ Menezes et al. (2015a)

*abelha polinizador principal

Mesmo com a autocompatibilidade nos clones de *S. megalanthus* e *S. undatus*, ocorre deficiência tanto na autopolinização quanto na realizada pelos visitantes florais nos pomares de pitaiá. Em relação à *S. undatus*, a deficiência da autopolinização está relacionada à diferença de altura do estigma e das anteras. No caso da polinização natural, realizada pelos visitantes florais, há influência das condições climáticas, pois a ocorrência de chuva durante a antese reduz a visitação de polinizadores, o que diminui a quantidade de pólen que chega ao estigma das flores. Além disso, a ação de alguns visitantes florais, assim como as abelhas arapuás (*Trigona spinipes*, Fabr.), que são uma espécie comum nos pomares de pitaiá no Brasil, podem interferir na polinização por serem agressivas com outros insetos e por danificarem os tecidos florais (MUNIZ et al., 2019). Por isso, mesmo que essas espécies sejam capazes de produzir sem a necessidade de cruzamento com outras espécies ou clones, a polinização realizada de forma manual promove maiores rendimentos, devido à quantidade de pólen depositada no estigma.

A relação entre a quantidade de pólen que chega até o estigma com o tamanho das pitaiás pode ser explicada pelo número de óvulos fecundados após a polinização. A contribuição da semente para o peso do fruto é direta, pois a polpa se desenvolve a partir dos funículos que conectam os ovários à placenta (WEISS et al., 1994; DAG & MIZRAHI, 2005).

A divergência no percentual de frutificação das espécies apontadas como autocompatíveis está relacionada às diferenças entre os clones, o que reforça a importância do estudo do sistema reprodutivo. Um exemplo dessa variação foi relatado para um clone de *S. undatus* cultivado sob cobertura de tela plástica com 50% de sombreamento, que não apresentou frutificação quando polinizado com o próprio pólen manualmente (SILVA et al., 2011). Isso ocorre porque, mesmo dentro de algumas espécies, é possível encontrar variação geográfica no nível de autocompatibilidade (RECH et al., 2018), pois as condições climáticas distintas influenciam a viabilidade de pólen.

A maioria das espécies ou clones de pitaias cultivadas é autoincompatível ou a autopolinização não é suficiente para garantir a produção em quantidade e qualidade, principalmente no que se refere ao tamanho (massa), que é característica importante para a comercialização de pitaias. A autoincompatibilidade é um dos sistemas evolutivos primários no reino vegetal que impedem a autofecundação e favorecem a diversidade genética por meio de polinização cruzada. O sistema gametofítico de autoincompatibilidade foi relatado em *S. monacanthus* (WEISS et al. 1994). No entanto, outras espécies de *Selenicereus* mostraram autocompatibilidade total ou parcial (LICHTENZVEIG et al., 2000). Isso ocorre devido à relação entre poliploidia e os genes do *locus* SI. No caso de autoincompatibilidade, a rejeição acontece se o único haplótipo S do grão de pólen corresponder a qualquer um dos haplótipos S no pistilo. Entretanto, há estudos mostrando que os sistemas SI presentes em genótipos diploides podem ser quebrados seguindo a poliploidização, levando a tetraploides autocompatíveis. Isso foi constatado no estudo com linhagens tetraploides de *S. monacanthus*, devido a um colapso típico no sistema SI que resultou na produção de frutos normais (COHEN & TEL-ZUR, 2012).

Entre as espécies que apresentam autoincompatibilidade e são cultivadas no Brasil, estão os clones de *H. polyrhizus*, de *S. costaricensis* e de *S. monacanthus*. As pesquisas evidenciam que essas espécies apresentam baixa ou ausência de frutificação (Tabela 2), quando submetidas à autofecundação ou polinizadas com o pólen do mesmo clone (WEISS et al., 1994; LICHTENZVEIG et al., 2000; TRAN & YEN, 2014; MUNIZ et al., 2019).

Tabela 2. Porcentagem de frutificação, massa e número de sementes de pitaias de clones de *Selenicereus* spp. e *Hylocereus* sp. a partir de diferentes métodos de polinização

Método de polinização	Espécie		Variáveis		
	Recebedora de pólen (♀)	Doadora de pólen (♂)	% de frutificação	Massa (g)	Nº sementes
⁽¹⁾ Autopolinização	<i>H. polyrhizus</i> 89-028	<i>H. polyrhizus</i> 89-028	22,2	74	804
⁽²⁾ Autopolinização	<i>H. polyrhizus</i>	<i>H. polyrhizus</i>	47	195,23±68	1.139±202
⁽³⁾ Autopolinização	<i>H. polyrhizus</i>	<i>H. polyrhizus</i>	0	-	-
⁽³⁾ Cruzada natural	<i>H. polyrhizus</i>	**	20,8	108±11	-
⁽³⁾ Autopolinização	<i>S. costaricensis</i>	<i>S. costaricensis</i>	0	-	-
⁽³⁾ Cruzada natural	<i>S. costaricensis</i>	**	12,5	113±12	-
⁽⁴⁾ Autopolinização	<i>S. monacanthus</i>	<i>S. monacanthus</i>	0	-	-
⁽⁵⁾ Autopolinização	<i>H. polyrhizus</i>	<i>H. polyrhizus</i>	2,5	-	-
⁽⁵⁾ Cruzada natural	<i>H. polyrhizus</i>	*	87,0	248	1.496

*Pomar com as espécies *H. polyrhizus* e *S. undatus*.

**Unidade experimental formada por *H. polyrhizus*, *S. costaricensis*, clones de *S. undatus* e clones de *S. megalanthus*

⁽¹⁾ Lichtenzveig et al. (2000); ⁽²⁾ Muniz et al. (2019; 2020); ⁽³⁾ Weiss et al. (1994); ⁽⁴⁾ Tran & Yen (2014); ⁽⁵⁾ Sena (2022).

Nas espécies que dependem da polinização cruzada, os maiores índices de frutificação ocorrem com a realização da polinização cruzada manual, pois, com a polinização cruzada natural, ocorrem índices de frutificação variáveis (Tabela 2). A polinização cruzada manual garante maior quantidade de pólen no estigma da flor, favorecendo a maior porcentagem de fecundação, enquanto a polinização cruzada natural depende da presença de polinizadores. De modo que todas as flores precisam ser visitadas durante a antese, que nas espécies de pitaita é curta.

Há pesquisa evidenciando que as flores de *H. polyrhizus* e *S. undatus* exalam odores desde o início da antese até o completo fechamento, atingindo um pico de intensidade entre 21h00 e 02h00, período da abertura completa das flores (MUNIZ et al., 2019). Além de odores, tem sido observada a produção de gotículas de néctar na parte interna da base das pétalas (Figura 2F).

Entre os polinizadores são citados morcegos, mariposas e abelhas (*Apis mellifera*). Os morcegos e as mariposas são apontados como polinizadores naturais no período noturno (VALIENTE- BANUET et al.; 2007; WEISS et al., 1994), enquanto as abelhas desempenham o papel durante o dia (MARQUES et al., 2011a; MUNIZ et al., 2020). No Brasil, a *Apis mellifera* é o visitante floral mais abundante, sendo responsável por 86% das visitas durante o dia, a partir das 5h00 até o fechamento das flores (MUNIZ et al., 2019).

Outros insetos são observados visitando as flores, como as formigas, as vespas, as mamangavas do gênero *Bombus* e as abelhas arapuá do gênero *Trigona*. As vespas e as formigas não se comportam como polinizadores, considerando a movimentação e o hábito alimentar desses insetos (MUNIZ et al., 2019). De acordo com esses autores, a abelha arapuá (*Trigona spinipes*) é o segundo visitante diurno mais abundante, porém, diferente da *Apis mellifera*, que carrega apenas pólen das flores, as abelhas arapuás mostram agressividade contra outros visitantes florais, pois atacam as abelhas *Apis mellifera*. Além disso, elas removem os grãos de pólen depositados no estigma, impedindo que ocorra o lançamento dos tubos polínicos e a fecundação dos óvulos, e danificam as flores (ver capítulo 7), principalmente no período de pré-antese.

A presença de visitantes florais varia de acordo com a região de cultivo, tendo em vista a flora, o cultivo de outras espécies agrícolas e as práticas de manejo realizadas. Em Diamantina (MG), foram avistadas mariposas esfingídeos e coleópteros em visita noturna e abelhas dos gêneros *Apis*, *Trigona* e *Bombus* durante o dia (Figuras 7A, 7B, 7C, 7D e 7E). No entanto, cabe ressaltar que, assim como em outras regiões produtoras, as abelhas do gênero *Trigona* (Figuras 7B e 7C), especialmente a espécie *T. spinipes*, exercem impacto negativo na polinização, tendo em vista os danos provocados.

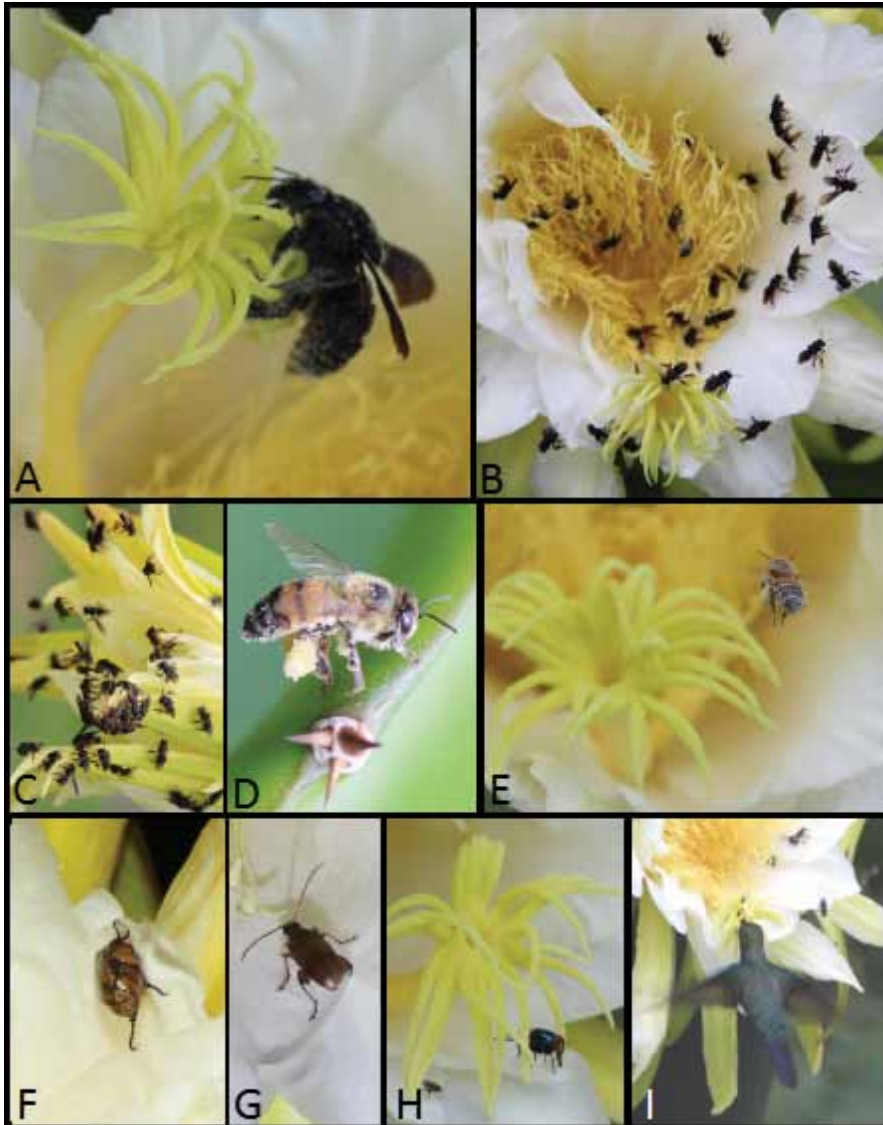


Figura 7. Visitantes florais em *Selenicereus untadus* e *Hylocereus polyrhizus* em Diamantina, Minas Gerais. A – abelha *Bombus* sp. coletando néctar, utilizando o estigma como plataforma para saída da flor; B e C – abelhas *Trigona spinipes* nas flores durante o dia; D – Abelha *Apis mellifera*, limpando a superfície corporal e transferindo os grãos para a corbícula; E – Abelha (*A. mellifera*) com pólen enchendo as corbículas e visivelmente recobrendo o corpo da abelha; F e G – duas espécies de Coleoptera visitando as flores a noite; H – duas espécies de Diptera coletando pólen sobre as pétalas de *H. undatus*; I – beija-flor *Thalurania furcata* procurando por néctar no interior do filete oco do gineceu de *H. polyrhizus*

Fotos: André Rodrigo Rech (2020)

Em alguns países, principalmente do extremo oriente, onde o clima é adverso e falta o agente polinizador natural, é utilizada luz artificial para a indução do florescimento, e a polinização é realizada manualmente, como forma de reduzir a baixa frutificação e a produção de pitaias pequenas, sem valor comercial (WEISS et al., 1994). Esse fato chama a atenção para a necessidade de medidas de manejo que favoreçam a presença de polinizadores, visando à sua produção em escala comercial.

O manejo da polinização manual (Figura 8) pode ser realizado de forma simples, sendo necessária a observação do desenvolvimento do botão floral para identificar o dia da antese. A polinização manual é feita com o dedo ou um pincel para coletar o pólen dos estames e, em seguida, transferir para o estigma da mesma flor, ou de outras flores na mesma planta (Figura 8B). Para a polinização cruzada manual, o pólen é coletado nas plantas doadoras, cortando-se as anteras e acondicionando-as em um recipiente. Em seguida, com o auxílio de um pincel, coloca-se o pólen coletado no estigma das flores da planta receptora (Figura 8D). Em programas de melhoramento, para a obtenção de híbridos, é necessária a proteção dos botões florais na pré-antese (Figura 8E) e a emasculação das flores da planta receptora, retirando-se os estames, juntamente com as estruturas de proteção, com o auxílio de um estilete (Figura 8C) para assegurar a origem do pólen. Após a polinização, ocorrerá o desenvolvimento dos frutos, geralmente maiores e mais pesados (Figura 8F), o que é garantido pela maior quantidade de pólen no estigma que, por sua vez, leva à maior porcentagem de fecundação.



Figura 8. Polinizações: A – botão floral na pré-antese, momento no qual se realiza a emasculação; B – a polinização manual, realizada com pincel; C – remoção da corola e do androceu para emasculação; D – polinização cruzada manual, utilizando-se uma mistura de pólen; E – botões ensacados na pré-antese para a proteção do sistema reprodutivo; F – fruto da espécie *Hylocereus polyrhizus* submetida à polinização cruzada manual com o pólen de *Selenicereus undatus* (esquerda) e fruto da polinização cruzada natural (direita)

Fotos: Unidade experimental da UFVJM em Couto de Magalhães de Minas, MG, Brasil Amanda Gonçalves Guimarães (2020)

A vantagem da polinização cruzada é o aumento da variabilidade genética dentro da espécie, o que permite a seleção rápida de cultivares adaptados a diversos ambientes. Entretanto, a fonte de pólen influencia a produtividade e as características físicas e químicas dos frutos (SILVA et al., 2011; LONE et al., 2017). A polinização de flores de *S. undatus* com diferentes fontes de pólen resulta em frutos com massa e número de sementes, teor de sólidos solúveis e acidez variáveis (Tabela 3).

Tabela 3. Massa, número de sementes, teor de sólidos solúveis (SS) e acidez de pitaias produzidas por *Selenicereus undatus* polinizada manualmente com diferentes fontes de pólen

Fonte do pólen	Local	Massa (g)	Nº sementes	SS (°Brix)	Acidez (%)
⁽¹⁾ <i>H. polyrhizus</i>	Jaboticabal, SP	716,6	-	12,5	0,35
⁽¹⁾ <i>S. setaceus</i>	Jaboticabal, SP	561,2	-	11,9	0,43
⁽²⁾ <i>H. polyrhizus</i>	Londrina, PR	467,0	5.289	11,9	-
⁽²⁾ <i>S. costaricensis</i>	Londrina, PR	553,2	5.618	11,5	-
⁽²⁾ <i>S. undatus</i>	Londrina, PR	382,4	4.698	11,5	-
⁽³⁾ <i>S. undatus</i>	Diamantina, MG	396,0	3.760	17,3	0,37
⁽³⁾ <i>H. polyrhizus</i>	Diamantina, MG	492,5	5.143	20,5	0,42

⁽¹⁾ Silva et al. (2011); ⁽²⁾ Lone et al. (2017); ⁽³⁾ Sena (2022)

Outros fatores influenciam o tamanho dos frutos, entre os quais se destacam as condições edafoclimáticas do local de cultivo, o manejo do pomar e a quantidade de frutos na planta. Entretanto, as pesquisas realizadas demonstraram que a fonte do pólen influencia as características de qualidade em um mesmo clone, sob as mesmas condições de cultivo (Tabela 3). Isso ocorre porque essas características sofrem o efeito xênia, quando o pólen externo à planta mãe atua no embrião e no endosperma, alterando características genéticas e proporcionando mudanças fenotípicas (RAMALHO et al., 2012).

3.4 Variações climáticas na polinização

As condições ambientais e climáticas influenciam o processo produtivo, especialmente o florescimento e a polinização.

Diferenças em relação à frutificação são relatadas em floradas que ocorrem nos meses de menor precipitação (MENEZES et al., 2015b). De acordo com estes autores, a ocorrência de chuva afeta a viabilidade dos grãos de pólen, pois mesmo com a realização da polinização manual há menores índices de frutificação. Na polinização natural (realizada por insetos) a ocorrência de chuva durante a antese reduz a visitação de polinizadores (SILVA et al., 2015), desse modo, a polinização natural é inviabilizada ou diminuída, acarretando abortamento das flores ou a formação de frutos de tamanho reduzido em função da não permanência do grão de pólen no estigma da flor. Essa condição é relevante para as espécies de pitaias porque as flores se abrem uma única vez no período noturno e fecham-se na manhã seguinte. Por outro lado, longos períodos de estiagem interferem na população de insetos polinizadores na área, principalmente de abelhas (MACHADO, 2019), devido à menor oferta de atrativos. De acordo com este autor, na Região Nordeste, são observados índices de frutificação menores na estação seca, em torno de 10% a 24%, em relação ao período chuvoso.

As variações de temperatura influenciam a polinização pelo estímulo ao florescimento e também na viabilidade de pólen. Nas regiões desérticas de Israel, onde as temperaturas podem chegar a 45°C no verão (média 39°C), a produção anual de flores é reduzida a apenas 15% a 20% do emitido em áreas com temperaturas médias de verão de 32°C (MIZRAHI & NERD, 1999). Além disso, a época de floração também é afetada, ficando restrita ao outono, principalmente porque as altas temperaturas de verão inibem a floração (NERD et al., 2002). De acordo com estes autores, em áreas com temperaturas entre de 34°C a 38°C, o cultivo deve ser evitado, porque, apesar de ser uma cactácea, algumas espécies são sensíveis à alta intensidade luminosa e a altas temperaturas.

Em algumas regiões, a exemplo do Nordeste brasileiro, o clima é caracterizado por altas temperaturas e radiação ($1.000\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), causando estresse nas plantas em determinadas épocas do ano (OLIVEIRA, 2019). De acordo com a autora, as espécies que não toleram alta radiação, quando cultivadas sob luminosidade excessiva, apresentam amarelecimento nos cladódios, redução na eficiência fotossintética, no crescimento, na floração, na produção e na qualidade dos frutos.

As espécies de pitáia são consideradas plantas de dias longos, pois a indução floral e a formação de gemas floríferas são favorecidas nas estações em que fotoperíodo favorece a exposição das plantas à luz superior ao seu fotoperíodo crítico (JIANG et al., 2012). No Sudeste do Brasil, o florescimento de *Selenicereus* spp. ocorre entre a primavera e o verão, dependendo do clima do local de cultivo, e para a *S. megalanthus*, entre a primavera e o outono. Em condições de clima tropical de altitude, a floração ocorre no verão, com três a cinco episódios (MARQUES et al., 2011a). Em condições subtropicais, o período de produção ocorre do final da primavera a meados do outono, com até nove episódios de floração (SILVA et al., 2015). Para a *S. megalanthus* o florescimento inicia na primavera, com episódios de floração sucessivos até o outono, em condições de clima tropical de alta altitude (RABELO et al., 2020). Na Região Nordeste, com temperaturas de inverno entre 25°C e 28°C, a floração ocorre entre o inverno e o início do outono, com maior intensidade no verão, com a emissão de até 11 fluxos reprodutivos (MACHADO, 2019).

Diante dessas variações, os produtores precisam ficar atentos para a necessidade de complementar a polinização de forma manual, pois, dependendo das condições climáticas, a presença de polinizadores pode ser insuficiente para se alcançar altas produtividades.

3.5 Perspectivas para a expansão das áreas de cultivo

O conhecimento sobre a biologia floral e a polinização apresenta-se como um campo de estudo que fornece elementos teóricos para as áreas de ecologia e melhoramento de plantas. As informações beneficiam tanto os pesquisadores quanto os produtores. Os pesquisadores na investigação de fatores que influenciam os aspectos reprodutivos das espécies de pitáia nos ambientes de cultivo para fins de melhoramento e de produção. Os produtores na qualidade da produção, principalmente em relação ao aumento de tamanho, potencializando a comercialização. Além disso, é importante para a identificação dos polinizadores e seus requerimentos na matriz produtiva e possibilidade de planejar o manejo do pomar, incluindo a adequação aos polinizadores.

Diante das informações apresentadas, fica evidente que o conhecimento dos mecanismos que envolvem a reprodução das espécies de pitaia é fundamental para o avanço do cultivo.

REFERÊNCIAS

BARTHOLOMÉE, O.; AULLO, A.; BECQUET, J.; VANNIER, C.; LAVOREL, S. Pollinator presence in orchards depends on landscape-scale habitats more than in-field flower resources. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 293, 2020. DOI: 10.1016/j.agee.2019.106806

COHEN, H.; TEL-ZUR, N. Morphological changes and self-incompatibility breakdown associated with autopolyploidization in *Hylocereus* species (Cactaceae). **Euphytica**, v. 184, p. 345-354, 2012. DOI 10.1007/s10681-011-0536-5

CONG, R.G.; SMITH, H.G.; OLSSON, O.; BRADY, M. Managing ecosystem services for agriculture: will landscape-scale management pay? **Ecological Economics**, v.99, p.53-62, 2014. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2014.01.007

DAG, A.; MIZRAHI, Y. Effect of pollination method on fruit set and fruit characteristics in the vine cactus *Selenicereus megalanthus* (“yellow pitaya”). **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v.80, p.618-622, 2005. DOI: 10.1080/14620316.2005.11511987

FIGUEIREDO, R.A. Biologia floral de plantas cultivadas. Aspectos teóricos de um tema praticamente desconhecido no Brasil. **Revista Argumento**, v.2, p.8-27, 2000.

GARRATT, M.P.D.; BREEZE, T.D.; JENNER, N.; POLCE, C.; BIESMEIJER, J.C.; POTTS, S.G. Avoiding a bad apple: insect pollination enhances fruit quality and economic value. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.184, p.34-40, 2014. DOI: 10.1016/j.agee.2013.10.032

JIANG, Y.L.; LIAO, Y.Y.; LIN, T.S.; LEE, C.L.; YANG, W.J. The photoperiod regulated bud formation of red pitaya (*Hylocereus* sp.). **Hortscience**, Alexandria, v. 47, n. 8, p. 1063-1037, 2012. DOI: 10.21273/HORTSCI.47.8.1063

JUNQUEIRA, N.T.V.; VERAS, M.C.M.; NASCIMENTO, A.C.; CHAVES, R.C.; MATOS, A.P.; JUNQUEIRA, K.P. **A importância da polinização manual para aumentar a produtividade do maracujazeiro**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. 18 p. (Documentos Embrapa Cerrados, 41).

KLATT, B.K.; HOLZSCHUH, A.; WESTPHAL, C.; CLOUGH, Y.; SMIT, I.; PAWELZIK, E.; TSCHARNTKE, T. Bee pollination improves crop quality, shelf life and commercial value. **Proceedings of the Royal Society B**, v.281, p.20132440, 2014. DOI: 10.1098/rspb.2013.2440

LICHTENZVEIG, J.; ABBO, S.; NERD, A.; TELZUR, N.; MIZRAHI, Y. Cytology and mating system in the climbing cacti *Hylocereus* and *Selenicereus*. **American Journal of Botany**, v.87, p.1058-1065, 2000. DOI: 10.2307/2657005

LONE, A.B.; TAKAHASHI, L.S.A.; FARIA, R.T. Influência dos diferentes tipos de pólen sobre a qualidade do fruto de pitaya. **Agropecuária Catarinense**, v.30, p.51-53, 2017.

MACHADO, F.G.A. **Densidades de plantio e ciclos de cultivo na produção e qualidade de frutos e fenologia reprodutiva da pitaiá vermelha**. Fortaleza, CE. 97 f.: il. Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará). Fortaleza, 2019.

MARQUES, V.B.; ARAÚJO, N.A.; MOREIRA, R.A.; RAMOS, J.D. Ocorrência de insetos na pitaiá no município de Lavras-MG. **Revista Agrarian**, v.15, p.88- 92, 2011b.

MARQUES, V.B.; MOREIRA, R.A.; RAMOS, J.D.; ARAÚJO, N.A.; SILVA, F.O.R. Fenologia reprodutiva de pitaiá-vermelha no município de Lavras-MG. **Ciência Rural**, v.41, p.984-987, 2011a. DOI: 10.1590/S0103-84782011005000071

MENEZES, T.P.; RAMOS, J.D.; BRUZI, A.T.; COSTA, A.C. Artificial pollination and fruit quality in red pitaya. **Bioscience Journal**, v.31, p.801-807, 2015b. DOI: 10.14393/BJ-v31n3a2015-22424

MENEZES, T.P.; RAMOS, J.D.; BRUZI, A.T.; COSTA, A.C.; RAMOS, P.S. Autopolinização e qualidade de fruto em pitaiá vermelha (*Hylocereus undatus*). **Magistra**, v.27, p.376-383, 2015a.

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. DOI: 10.21273/HORTSCI.35.2.199

MIZRAHI, Y.; NERD, A. Climbing and Columnar Cacti, New Arid Land Fruit Crops. In: JANICK, J. (Ed.). **Perspective in New Crops and New Uses**. Alexandria: American Society for Horticultural Science Press, 1999, p.358-366.

MUNIZ, J.P.D.O.; BOMFIM, I.G.A.; CORRÊA, M.C.D.M.; FREITAS, B.M. Floral biology, pollination requirements and behavior of floral visitors in two species of pitaya. **Revista Ciência Agrônômica**, v.50, p.640-649, 2019. DOI: 10.5935/1806-6690.20190076

MUNIZ, J.P.D.O.; BOMFIM, I.G.A.; CORRÊA, M.C.D.M.; FREITAS, B.M. Complementary bee pollination maximizes yield and fruit quality in two species of self-pollinating pitaya. **Revista Ciência Agrônômica**, v.51, p.e20207106, 2020. DOI: 10.5935/1806-6690.20200072

OLIVEIRA, M.M.T. **Sombreamento na fisiologia, produção e qualidade e efeito da temperatura nos aspectos moleculares da pitaiá**. 2019. 119f. il. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), Fortaleza, 2019.

NERD, A.; SITRIT, Y.; KAUSHIK, R.A.; MIZRAHI, Y. High Summer temperatures inhibit flowering in vine pitaya crops (*Hylocereus* spp.). **Scientia Horticulturae**, v.96, p.323-350, 2002. DOI: 10.1016/S0304-4238(02)00093-6

RABELO, J.M.; CRUZ, M.C.M.; ALVES, D.A.; LIMA, J.E.; REIS, L.A.C.; SANTOS, N.C. Reproductive phenology of yellow pitaya in a high-altitude tropical region in Brazil, **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 42, e43335, 2020. DOI:10.4025/actasciagron.v42i1.43335

RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.D.F.; SANTOS, J.D.; NUNES, J.A.R. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas**. 1.ed. Lavras: UFLA, 2012. 522p.

RECH, A.R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P.E.; MACHADO, I.C. **Biologia da Polinização**. 1.ed. Rio de Janeiro: Editora Projeto Cultural, 2014. 528p.

RECH, A.R.; JORGE, L.R.; OLLERTON, J.; SAZIMA, M. Pollinator availability, mating system and variation in flower morphology in a tropical savanna tree. **Acta Botanica Brasilica**, v.32, p.462-472, 2018. DOI: 10.1590/0102-33062018abb0220

SANTIAGO, B.S. **Viabilidade de pólen e receptividade do estigma de *Hylocereus polyrhizus* e *Selenicereus undatus* na pré-antese**. 2022. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso - Graduação em Agronomia). Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG, 2022.

SENA, C.G. **Biologia floral e polinização de espécies de pitaia**. 2022. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Diamantina, MG, 2022.

SILVA, A.C.C.; CAVALLARI, L.D.L.; SABIÃO, R.R.; MARTINS, A.B.G. Fenologia reprodutiva da pitaya vermelha em Jaboticabal, SP. **Ciência Rural**, v.45, p.585-590, 2015. DOI: 10.1590/0103-8478cr20120403

SILVA, A.C.C.; MARTINS, A.B.G.; CAVALLARI, L.L. Qualidade de frutos de pitaya em função da época de polinização, da fonte de pólen e da coloração da cobertura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, p.1.162-1.168, 2011. DOI:10.1590/S0100-29452011000400014

TRAN, D.H.; YEN, C.R. Morphological characteristics and pollination requirement in red pitaya (*Hylocereus* spp.). **International Journal of Agricultural, Biosystems**, v.8, p.6-10, 2014. DOI: 10.5281/zenodo.1091526

VALIENTE-BANUET, A.; GALLY, R.S.; ARIZMENDI, M.C.; CASAS, A. Pollination biology of the hemiepiphytic cactus *Hylocereus undatus* in the Tehuacán Valley, Mexico. **Journal of Arid Environments**, v. 68, p.1-8, 2007. DOI: 10.1016/j.jaridenv.2006.04.001

WEISS, J.; NERD, A.; MIZRAHI, Y. Flowering behavior and pollination requirements in climbing cacti with fruit crop potential. **HortScience**, v.29, p.1487-1492, 1994. DOI: 10.21273/HORTSCI.29.12.1487

WOLOWSKI, M.; AGOSTINI, K.; RECH, A.R.; VARASSIN, I.G.; MAUÉS, M.; FREITAS, L.; CARNEIRO, L.T.; BUENO, R.O.; CONSOLARO, H.; CARVALHEIRO, L.; SARAIVA, A.M.; SILVA, C.I. **Relatório Temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimento no Brasil**. São Carlos: Editora Cubo, 2019. 93p.

4 Propagação

Introdução

**Adriana de Castro Correia da Silva,
Daniel Lima da Silva**

A qualidade da muda é um dos fatores primordiais para o sucesso de um pomar. Quando se trata de cultivo de espécies perenes, assim como a pitaiá, essa importância é ainda maior, pois o pomar ficará anos na área, diferente dos cultivos anuais, que são substituídos periodicamente.

As mudas de qualidade apresentam características que as tornam capazes de refletir o potencial produtivo, quando combinadas com as condições ambientais adequadas e práticas culturais recomendadas. O conhecimento da origem genética da muda é o primeiro passo para a aquisição de muda de qualidade. Desta forma, a escolha adequada da planta matriz, que apresenta as características que se deseja multiplicar, é primordial.

A multiplicação de espécies de pitaiá pode ser considerada fácil, tanto por via sexuada como assexuada. A produção de mudas por sementes não é uma prática recomendada para a formação de pomares, pois não garante às plantas originadas as características da planta matriz de onde o fruto foi obtido, tanto em relação à produtividade quanto à qualidade. O meio de propagação mais utilizado tem sido a forma assexuada, por meio da clonagem a partir de estacas dos cladódios.

Por ser considerada uma espécie de fácil enraizamento, os primeiros pomares comerciais de pitaiá no Brasil foram formados entre os anos de 1990 a 2000, a partir de estacas sem origem genética conhecida, obtidas de diversos locais. Estas estacas foram retiradas de plantas de fundo de quintal, muros e praças, sendo a maioria, sem o conhecimento de qual espécie de pitaiá se tratava. Contudo, com o crescimento das áreas de cultivo em todas as regiões brasileiras, e a demanda de novos produtores, a comercialização de mudas tornou-se um negócio lucrativo, atraindo pessoas sem comprometimento com a qualidade fitossanitária e genética da muda. Assim, há relatos de produtores cujas mudas obtidas, além de não se desenvolverem adequadamente, não apresentavam características correspondentes ao tipo adquirido no início da produção. Diante disso, é imprescindível que o produtor faça a aquisição de mudas de viveiros idôneos para que elas expressem o potencial esperado.

Tendo em vista a expansão do cultivo de espécies de pitaiá no Brasil, neste capítulo, serão apresentadas, com base nas experiências dos autores, as principais técnicas e os cuidados necessários para a formação e a aquisição de mudas visando à instalação de pomares comerciais

4.1 Propagação sexuada

A propagação sexuada é realizada a partir de sementes, sendo uma das formas mais simples de multiplicação de plantas e a mais utilizada para a multiplicação de diversas espécies. No entanto, na fruticultura a utilização de sementes é restrita à produção de

mudas de algumas espécies comerciais, como maracujazeiro, mamoeiro, palmeiras e, ainda, à produção de porta-enxertos de algumas espécies, como os cítricos, a mangueira e o abacateiro, por exemplo. Apesar da simplicidade, esse método de propagação não é recomendado quando se deseja o cultivo comercial, uma vez que o desenvolvimento das plantas se dá de forma lenta, podendo-se levar quatro a cinco anos para o início do desenvolvimento reprodutivo.

Além do maior tempo para iniciar a produção, quando comparado à propagação vegetativa (assexuada), as plantas oriundas de sementes apresentam variabilidade genética, ou seja, não têm as mesmas características da planta de onde as sementes foram originadas. Desta forma, esse tipo de propagação acaba restrita aos trabalhos em que se deseja essa variabilidade, como nos de melhoramento vegetal.

As sementes de pitaiá são de cor preta, com tamanho variando de acordo com a espécie botânica. As sementes de *Selenicereus undatus*, por exemplo, obovadas, com largura média de 1,0mm e comprimento variando entre 2,0 a 3,0mm (Figura 1A), enquanto as de *Selenicereus megalanthus* e *Selenicereus setaceus* são maiores (Figura 1B), alcançando 4,7mm de comprimento, e o dobro de largura (ORTIZ-HÉRNANDEZ, 2000; ROMÁN et al., 2012). As sementes que apresentam coloração amarronzada, nessas espécies, são imaturas ou chochas (ROMÁN et al., 2012), por isso devem ser descartadas na semeadura.

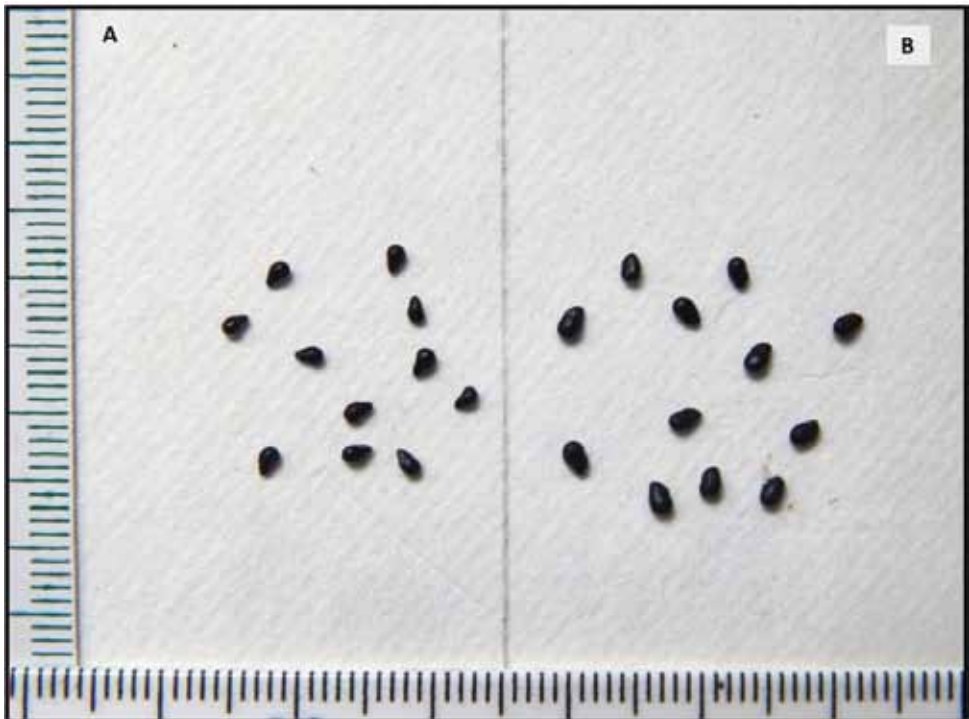


Figura 1. Sementes normais de pitaiá: A - *Selenicereus undatus*; B *Selenicereus setaceus*
Foto: Adriana de Castro Correia da Silva

A germinação é caracterizada como epígea. Vários fatores podem afetar a germinação das sementes e, entre os ambientais, a temperatura é o mais relevante. De modo geral, as sementes apresentam ampla faixa de germinação, porém a temperatura considerada mais adequada é aquela que permite maior porcentagem de germinação em um menor intervalo de tempo. A germinação pode ocorrer na faixa de 15°C a 35°C, sendo indicada, para a maioria das espécies de pitaia, a temperatura de 25°C (LONE et al., 2014a).

As sementes são consideradas fotoblásticas positivas, ou seja, necessitam de luz para que ocorra a germinação (RUTHS et al., 2019). Porém, elas podem germinar em diversas condições de luminosidade (SIMÃO et al., 2007; (LONE et al., 2014b). No entanto, a intensidade da luz favorece o índice de velocidade de germinação e o tempo médio de germinação, intensidades de 17,9 e 10,1 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ foram consideradas adequadas para a germinação de sementes de pitaia (LONE et al., 2014b).

O tempo médio para o início da germinação depende da temperatura de incubação. Em temperaturas mais baixas, a germinação ocorre mais lentamente, mas, por outro lado, em condições ótimas, a germinação inicia-se, em média, aos três dias após a sementeadura (Figura 2), podendo alcançar o percentual máximo aos 10 dias, com valores superiores a 90% (LONE et al., 2014a).



Figura 2. Etapas da germinação de sementes de *Selenicereus* spp.: A - semente no dia da sementeadura; B - emissão da radícula aos três dias após a sementeadura; C - desenvolvimento da radícula aos quatro dias após a sementeadura; D; E; F - plântulas aos cinco, seis e sete dias após a sementeadura, respectivamente

Foto: Adriana de Castro Correia da Silva

Vale ressaltar a importância do estágio de maturação dos frutos para a qualidade das sementes. Dessa forma, recomenda-se que as sementes sejam retiradas de frutos completamente maduros, evitando-se a remoção em estágio de senescência ou de maturação incompleta, pois o estágio de maturação é um dos fatores que influenciam o vigor e o poder germinativo das sementes.

O armazenamento dos frutos para posterior retirada das sementes por longo período não é recomendado, pois a fermentação da polpa pode influenciar negativamente a qualidade fisiológica da semente, reduzindo a germinação e o vigor das plântulas (Figura 3), o que resulta em um alto número de plântulas anormais.



Figura 3. Plântulas de *Selenicereus* spp. aos sete dias após a semeadura: A - plântula com baixo vigor; B - plântula vigorosa

Foto: Adriana de Castro Correia da Silva

A retirada de toda a mucilagem que envolve a semente é importante para se obter altos índices de germinação. A presença da mucilagem pode afetar a germinação, além de dificultar a semeadura, tendo em vista a possibilidade de adesão devido ao tamanho das sementes. A baixa taxa de germinação das sementes, devido à mucilagem, pode ocorrer por diversas causas, desde a ocorrência de fermentação, a presença de substâncias inibidoras da germinação, ou por favorecer a incidência de fungos (ALVES et al., 2012). Dessa maneira, vários métodos têm sido utilizados para remover a mucilagem,

adequando metodologias utilizadas em outras espécies frutíferas, como o uso de peneira e água corrente e a fermentação natural, que é utilizada para extração da mucilagem de maracujazeiro. Entretanto, dentre os diversos métodos que podem ser utilizados, o que tem se mostrado mais eficiente e que não afeta a germinação nem o vigor das sementes de pitáia é o tratamento com ácido clorídrico (HCl). Este tratamento, de rápida e fácil execução, consiste na embebição das sementes em solução de HCl 1:2, por uma hora, seguida de lavagem em água corrente (ALVES et al., 2012).

As sementes podem ser utilizadas para plantio logo em seguida ou armazenadas. Para o armazenamento, as sementes devem ser secas à sombra, sob papel, em temperatura ambiente. A manutenção das sementes sob baixas temperaturas (inferiores a 5°C) e em ambiente seco permite o armazenamento por até um ano (ZERPA-CATANHO et al., 2019), sem que elas percam a capacidade germinativa. Dessa forma, as sementes podem ser conservadas *ex situ*, o que facilita a conservação do material genético para estudos posteriores.

A semeadura pode ser realizada utilizando diversos substratos para o desenvolvimento inicial das plântulas. Na primeira fase de desenvolvimento das plântulas não é necessário que o substrato contenha nutrientes, pois toda a energia necessária para a germinação e o desenvolvimento inicial é oriunda de reservas contidas nos cotilédones da semente. O substrato apenas servirá de suporte, porém deve permitir adequadas aeração e manutenção de umidade. Dessa forma, substratos inorgânicos como areia e vermiculita podem ser utilizados na fase de semeadura, sem prejuízo ao desenvolvimento inicial das plantas. Entretanto, é importante que as sementes sejam coletadas de frutos completamente maduros para que elas completem todo o seu ciclo de desenvolvimento e acumulem o máximo de reservas possíveis, o que favorece a alta germinação e a formação de plantas normais.

Como as sementes são muito pequenas, indica-se realizar a semeadura em um berçário e posteriormente a repicagem e o transplântio das plântulas para o recipiente onde irão se desenvolver (Figuras 4A e 4B). Nessa fase, é importante que o substrato contenha nutrientes. Assim, devem-se utilizar substratos ricos em nutrientes e matéria orgânica e que apresentem capacidade de retenção de água e boa aeração, características que podem ser encontradas nos substratos comerciais disponíveis. Nas duas etapas é fundamental manter a umidade adequada, ajustando a irrigação de acordo com as características do substrato (capacidade de retenção de água) e as variações de temperatura do ambiente. Outro cuidado que favorece o desenvolvimento das mudas na fase inicial é a utilização de telas de sombreamento (sombrite), entre 30 e 60%, dependendo da espécie e das condições climáticas do local de cultivo, pois as telas evitam o amarelecimento das brotações (MIZRAHI & NERD, 1999; SILVA, 2014).



Figuras 4. Mudas de *Selenicereus* spp.: A - desenvolvimento da planta em tubete plástico contendo substrato comercial aos 60 dias após o transplante; B - desenvolvimento do sistema radicular; setas indicam a brotação principal que deve ser mantida e as excedentes eliminadas

Fotos: Adriana de Castro Correia da Silva.

Existem diversos testes que podem ser utilizados quando se deseja analisar a qualidade de sementes. A publicação denominada Regras para análises de sementes – RAS (BRASIL, 2009) é a que, no Brasil, estabelece as metodologias que devem ser utilizadas por laboratórios credenciados para as análises de qualidade das sementes visando à padronização. Apesar de abranger mais de mil espécies comerciais, dentre elas, olerícolas, frutíferas, ornamentais, oleaginosas e madeireiras, não traz informações para as sementes de pitáia.

A adequação da metodologia para teste de germinação de sementes de pitáia foi realizada por Alves et al. (2011) e Ortiz et al. (2015) com a espécie *S. undatus*. Os autores recomendam a manutenção das sementes em temperatura constante de 25°C e que a semeadura seja realizada em papel de filtro. O tempo para contagem final da germinação foi determinado em 10 dias, sendo a primeira contagem aos cinco dias após a semeadura.

O teste de germinação é realizado em laboratório e avalia a porcentagem de sementes de um lote com capacidade de germinar e formar plântulas normais em condições ótimas para o processo germinativo, ou seja, sob condições controladas de temperatura e umidade, por exemplo. No entanto, o teste de germinação requer períodos relativamente longos para obtenção dos resultados (ORTIZ et al., 2018) e, além disso, em condições externas de temperatura e umidade, demonstra que eles podem ser variáveis.

Por isso, outros testes como o de envelhecimento acelerado, de condutividade elétrica, de tetrazólio e de frio, além do índice de velocidade de germinação, também podem ser utilizados, em conjunto com o teste de germinação, para avaliação da qualidade fisiológica das sementes de pitaiá. Esses testes são denominados testes de vigor e permitem a determinação da qualidade da semente, sendo uma forma interessante de avaliar a qualidade de sementes armazenadas.

Entre esses testes, já foram determinadas as metodologias para realização do teste de envelhecimento acelerado, de condutividade elétrica e tetrazólio em sementes de pitaiá (ORTIZ et al., 2015; ORTIZ et al., 2018). No teste de envelhecimento acelerado, é indicado que as sementes de pitaiá sejam incubadas na temperatura de 43°C, por 48 horas e para o teste de condutividade elétrica, a temperatura de 30°C e o volume de água de 10mL utilizando 25 sementes (ORTIZ et al., 2015). No teste de tetrazólio, indicam-se uma concentração da solução de 0,5% e um período de imersão de 3 horas para estratificar os lotes de sementes em níveis mais viáveis em relação ao teste de germinação (ORTIZ et al., 2018).

As informações relacionadas à qualidade de sementes são importantes e auxiliam os programas de melhoramento da espécie, pois elas indicam a capacidade das sementes em relação à germinação e como produzir uma plântula normal sob condições variáveis. No entanto, elas devem ser analisadas de forma conjunta com os atributos fisiológicos, sanitários, físicos e genéticos.

4.2 Propagação assexuada

A propagação assexuada é também conhecida como propagação vegetativa e compreende a multiplicação de plantas a partir de segmentos da planta-mãe, constituindo-se como uma forma de clonagem. A principal vantagem deste método é a reprodução fiel das características da planta que originou o material. Dessa forma, praticamente não há variabilidade genética, como ocorre quando se utilizam sementes para a multiplicação.

A uniformidade de pomares oriundos de mudas propagadas vegetativamente é de extrema importância, uma vez que permite ao produtor programar de melhor forma os tratamentos culturais e utilizar os insumos necessários de forma mais racional. Outra vantagem das mudas originadas desse tipo de propagação é com relação à juvenildade, que é o tempo que a planta demanda para iniciar o período reprodutivo, ou seja, começar a produção de frutos. Enquanto mudas de pitaiá formadas a partir de sementes podem levar cinco anos para iniciar a produção (e esta não ser uniforme), pomares formados por mudas propagadas por estaquia, por exemplo, podem produzir já no primeiro ano após o plantio no campo (FERNANDES et al. 2018, MACHADO, 2019). Essa economia de tempo faz com que o produtor obtenha retorno econômico mais precocemente, o que é muito vantajoso.

Dentre os métodos de propagação vegetativa que podem ser utilizados para a multiplicação das espécies de pitaiá, tem-se a estaquia, a enxertia e a micropropagação. Dentre esses métodos, a estaquia é a mais utilizada na produção de mudas, embora a enxertia também tem sido empregada de forma ainda restrita e por poucos produtores. A micropropagação tem sido aplicada, ainda, de forma experimental, devido, principalmente, ao seu alto custo e à necessidade de infraestrutura e mão de obra especializada.

4.2.1 Estaquia

A propagação por estaquia consiste no enraizamento de um segmento da planta que pode ser os ramos, as raízes e até as folhas. No caso das espécies de pitaita, a estaquia é realizada utilizando-se os cladódios, ou seja, o caule modificado da planta.

A capacidade de uma estaca enraizar e originar uma nova muda é influenciada por diversos fatores intrínsecos e extrínsecos à planta. Diferenças entre as espécies de pitaita e, dentro da mesma espécie, variedades diferentes, apresentam capacidade distinta de enraizamento devido às características genéticas delas.

Outros fatores intrínsecos que devem ser considerados estão relacionados à idade e ao estado fisiológico em que se encontra o material que se deseja multiplicar, além do balanço hormonal, os quais regulam os níveis de promotores e inibidores do enraizamento. O estado nutricional da planta também deve ser levado em consideração, além da condição fitossanitária. Neste último ponto, cabe sempre ressaltar que se devem multiplicar apenas materiais saudáveis, ou seja, sem a presença de pragas ou doenças. Plantas sob condições de estresse, seja por ataque de patógenos, deficiência nutricional, escassez hídrica ou excesso de luz, por exemplo, irão resultar em mudas malformadas, de baixa qualidade. Sendo assim, a seleção adequada do material a ser propagado é um dos primeiros passos para a formação da muda de qualidade.

Entre os fatores externos, que podem contribuir para o enraizamento, podem ser citados: as condições ambientais, a época da realização da estaquia e o substrato utilizado. O substrato irá servir de suporte à muda, devendo permitir adequada aeração das raízes, já que plantas de pitaita não se desenvolvem bem em condições de encharcamento, podendo acarretar podridões. O substrato deve ainda fornecer o aporte necessário de nutrientes que permitam o pleno desenvolvimento da muda após o enraizamento. Além do tipo de substrato, o tamanho do recipiente utilizado pode influenciar na formação do sistema radicular. Na Figura 5 observa-se o desenvolvimento do sistema radicular (comprimento e volume de raízes) de estacas (cladódios) de *Selenicereus* spp. enraizadas em diferentes substratos.



Figura 5. Sistema radicular em estacas de *Selenicereus* spp. enraizadas em diferentes substratos: A – desenvolvimento do sistema radicular aos 45 dias após plantio da estaca em vermiculita; (Foto: Adriana de Castro Correia); B - sistema radicular aos 60 dias após o plantio da estaca em areia; C - desenvolvimento do sistema radicular aos 90 dias após o plantio da estaca em solo, setas indicam pequenas depressões no cladódio devido ao excesso umidade Fotos: Maria do Céu M. Cruz

Antes do enraizamento, as estacas não necessitam ser submetidas ao processo de cura. Geralmente esta técnica é recomendada com o objetivo de favorecer a cicatrização dos cortes realizados no preparo da estaca, quando a muda é destacada da planta. A cura, além de reduzir o risco de ocorrência de podridões, sobretudo em períodos de alta umidade, possibilita a identificação de doenças pré-existentes. Por essas razões, tem sido indicada para outras espécies frutíferas, a exemplo da figueira da índia (*Opuntia ficus-indica* L.), também conhecida como palma (GAVA & LOPES, 2012) e do abacaxizeiro (GOMES et al., 2003). No caso das estacas de pitáia, quando se realiza a estaquia sem a cura, obtém-se melhor qualidade do sistema radicular, com maior volume de raiz (ANDRADE et al., 2007).

A aplicação de fitorreguladores exógenos para a promoção do enraizamento de cladódios não é necessária, sendo possível a obtenção de 100% de enraizamento em *S. undatus* (ANDRADE et al., 2007, MARQUES et al., 2012). Entretanto, estudos apontam que a aplicação desses promotores (auxinas sintéticas, como o ácido indolbutírico – AIB e o ácido naftaleno acético – ANA) favorece o desenvolvimento das raízes em estacas de pitáia, com emissão de maior número, comprimento e volume em menor tempo (BASTOS et al., 2006; SANTOS et al., 2010a; PONTES FILHO et al., 2014; GALVÃO et al. 2016).

Quanto à concentração do regulador a ser utilizada, não há consenso entre os pesquisadores. As indicações de concentrações em estacas de pitaiá variam desde 200mg L⁻¹ de ANA (SANTOS et al., 2010a) a até 4.500mg L⁻¹ de AIB (PONTES FILHO et al., 2014), com respostas variáveis quanto às características avaliadas. De forma geral, observa-se que a concentração de regulador a ser aplicada é inversamente proporcional ao tamanho da estaca, ou seja, quanto menor o tamanho da estaca maior é a necessidade do tratamento e de concentração de regulador, mas essa resposta não ocorre de maneira linear. Contudo, para espécies distintas de pitaiá, os estudos que utilizam a mesma concentração ainda apresentam respostas bem diferentes quanto à quantidade de raízes formadas, por exemplo.

Os resultados controversos sinalizam que outros fatores devem estar relacionados com a capacidade de enraizamento da estaca. Portanto, é necessária a condução de mais pesquisas a fim de verificar a real necessidade da utilização de regulador vegetal exógeno para o tratamento das estacas e a influência desses produtos na qualidade das raízes obtidas, em função da espécie ou da variedade de pitaiá que se deseja multiplicar.

O tamanho da estaca é um dos fatores que interferem na qualidade da muda formada. Apesar de ser possível o enraizamento de pequenos segmentos de cladódios, de apenas 5,0cm na espécie *S. undatus* (MARQUES et al., 2012). No entanto, de acordo com os resultados observados por estes autores, quanto maior o comprimento do cladódio e a quantidade de gemas, melhor a qualidade das raízes formadas em relação ao comprimento, ao volume e à massa. Isso ocorre em função da maior relação C/N e do melhor acúmulo de carboidratos diretamente relacionados às reservas e, portanto, à sobrevivência das estacas.

A concentração de auxinas endógenas, hormônios que estão diretamente relacionados com a rizogênese, também está relacionada com a idade do cladódio e o tamanho da estaca. Entretanto, é importante que haja otimização no comprimento da estaca a ser utilizada para propagação, já que estacas muito grandes resultam em desperdício de material vegetativo, enquanto estacas muito pequenas podem apresentar enraizamento incipiente, refletindo no estabelecimento das mudas. E, se considerarmos apenas o comprimento da estaca isoladamente, não significa que o enraizamento de estacas maiores resultará em mudas melhores.

O vigor das plantas de pitaiá também favorece a qualidade das mudas. Assim, deve-se evitar a retirada de cladódios de plantas que crescem sob condições de baixa luminosidade que geralmente apresentam cladódios estiolados, isto é, de maior comprimento, mais finos e menos vigorosos. Isso foi observado a partir de estacas estioladas retiradas de plantas sombreadas, as quais apresentaram maior quantidade de brotações e precocidade na formação, porém menor vigor (BARROSO et al., 2017). Nesse estudo, os autores ainda afirmam que, nesse tipo de estaca, não há necessidade do uso de regulador vegetal na propagação. Cabe ao viveirista, portanto, avaliar a quantidade de material disponível para a propagação a fim de estabelecer o tipo de estaca que será utilizado para a formação das mudas.

Uma forma de melhorar a padronização das mudas é, após a segmentação das estacas, dividi-las em classes de acordo com a massa, assim como é indicado na produção de mudas de abacaxizeiro, por exemplo. A partir dessa separação, o produtor faz o

planejamento do plantio, dividindo a área em talhões, de acordo com o tipo de muda, para que o desenvolvimento das plantas ocorra de forma uniforme no campo. Na produção de mudas de pitaiá, ao fazer a padronização dos cladódios (estacas), obtém-se melhor uniformidade das mudas. Geralmente ocorre diferença no desenvolvimento inicial das mudas, sendo as estacas que apresentam menor massa as que formam mudas menos vigorosas.

A porcentagem de enraizamento dos cladódios de pitaiá é alta (acima de 75%), independente da época do ano em que se realiza a estaquia (LONE & TAKAHASHI, 2019). Entretanto, de acordo com estes autores, verifica-se que, a estação da retirada do material influencia significativamente na qualidade das mudas formadas. A realização da estaquia nas estações mais quentes do ano (entre a primavera e o verão), entre os meses de outubro a março, que corresponde ao período reprodutivo da planta no Hemisfério Sul, favorece a formação de mudas com maior quantidade e tamanho de raízes. Por outro lado, a retirada de cladódios em período invernal, nos meses mais frios do ano, favorece o desenvolvimento da parte aérea. Para que a muda tenha um ótimo estabelecimento em campo é importante que o seu sistema radicular esteja bem desenvolvido. Isso torna a muda apta a explorar maior volume de solo e recursos disponíveis, como água e nutrientes, possibilitando o desenvolvimento adequado da parte aérea.

É importante que haja equilíbrio entre a quantidade de raízes e o tamanho da parte aérea para que a muda se desenvolva mais rápido. A retirada de cladódios para o preparo de estacas destinadas à produção de mudas normalmente é realizada após a colheita dos frutos, quando se faz a poda de limpeza das plantas no final do outono e no início do inverno. Entretanto, ao utilizar esse tipo de estaca, o desenvolvimento das mudas será mais lento que as estacas retiradas no verão, sendo necessário maior tempo para a formação das mudas. O ideal é que as plantas matrizes, destinadas ao fornecimento de material propagativo (estacas para a produção de mudas), sejam mantidas exclusivamente para este fim, assim como já é estabelecido para a produção de mudas de outras espécies frutíferas, ou seja, que sejam mantidas como um jardim clonal. Os jardins clonais são formados por um ou vários grupos de plantas (matrizes) clonadas, com a finalidade de produzir propágulos destinados a viveiros comerciais para a formação de mudas de qualidade. Isso possibilita que uma única matriz seja capaz de fornecer maior quantidade de cladódios com origem genética idêntica e com maior controle fitossanitário.

A segmentação de um cladódio grande pode ser feita de acordo com a posição do segmento: basal, mediano e apical (Figura 6). Geralmente, o segmento da base apresenta maior capacidade de enraizamento que o mediano e apical, pois nessa região há maior acúmulo de carboidratos de reserva. Dessa forma, é interessante, ao utilizar estacas segmentadas, separar os tipos, de acordo com a posição do segmento, para que as mudas se desenvolvam uniformemente.

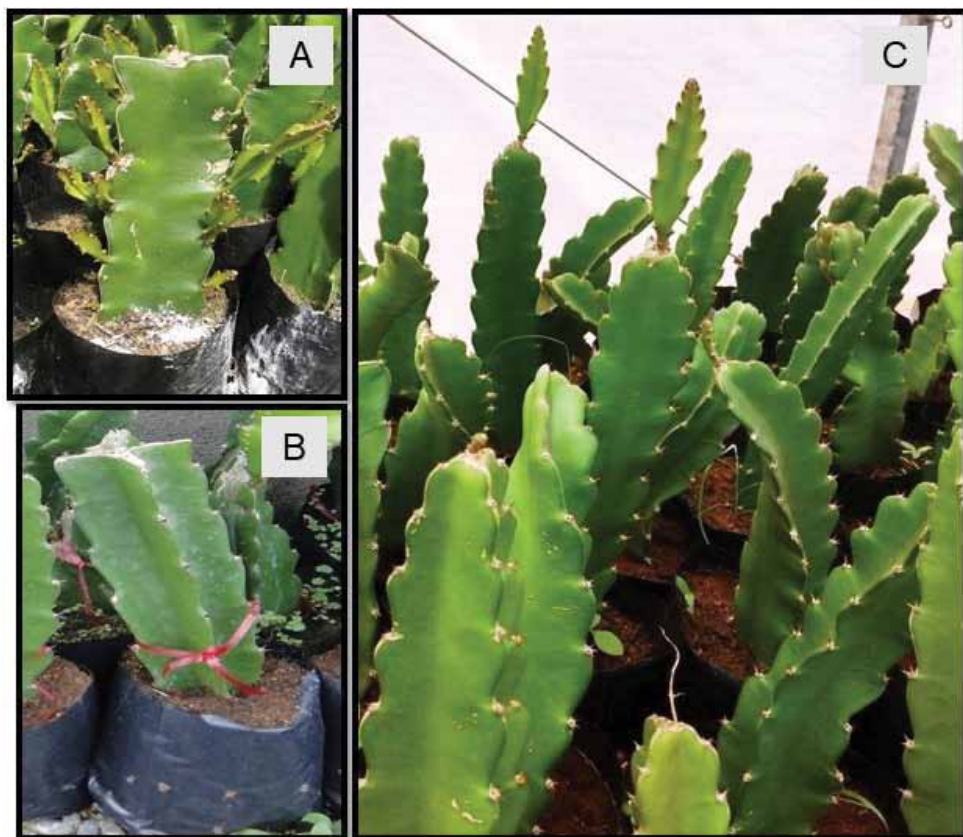


Figura 6. Enraizamento de cladódios de *Selenicereus* spp., de acordo com a posição do segmento: A - estacas de segmento basal; B – estacas de segmento mediano; C – estacas de segmento apical (estacas de cladódios inteiros, mantendo-se o segmento apical sem a remoção do segmento basal)
Fotos: Maria do Céu M. Cruz

Embora o enraizamento possa ocorrer em substratos inertes (como areia e vermiculita) para o melhor desenvolvimento da raiz e da parte aérea, indica-se que a produção das mudas seja realizada em substrato contendo nutrientes (MARQUES et al., 2012). A fonte de nutrientes pode ser mineral, complementada com fonte de origem orgânica, contribuindo não apenas nutricionalmente, mas também para a porosidade do substrato (SANTOS et al., 2010b; ALMEIDA et al., 2014; MOREIRA et al., 2016; MOREIRA et al., 2020). Recomenda-se a aplicação de 180mg de P_2O_5 por dm^3 de solo, incorporando-se ao substrato antes do plantio das estacas (MOREIRA et al., 2016), 300mg a 450mg de N e 150mg a 225mg de K por dm^3 de solo, fornecidos de forma parcelada, após o início das brotações das mudas (ALMEIDA et al., 2014).

O substrato ideal deve ser livre de contaminantes biológicos, de fácil obtenção e de baixo custo. A composição dos substratos é variável, dependendo dos materiais utilizados

na sua formulação. No entanto, deve-se escolher um substrato que promova a retenção suficiente de água, evitando o acúmulo excessivo e que mantenha uma quantidade adequada de espaço poroso para possibilitar a aeração, favorecer o desenvolvimento das raízes e evitar o desenvolvimento de patógenos nas estacas.

Entre os tipos de substrato que podem ser utilizados pelos produtores de mudas de pitaiá está a mistura contendo diferentes proporções de solo, areia e alguma fonte mineral orgânica disponível na propriedade, como esterco de curral, bem curtido, ou cama de aviário (LONE et al., 2020). No entanto, atenção especial deve ser dada ao tratamento sanitário dos substratos visando à produção de mudas sadias. Este tratamento tem por objetivo eliminar os organismos causadores de doenças que podem infectar as mudas ou que venham a ser fonte de inóculo para disseminação de patógenos após o transplante no campo. O controle de patógenos do solo pode ser realizado com a utilização de técnicas de vaporização, solarização ou de cobertura plástica, as quais desinfectam o substrato, inativando os patógenos pelo calor. No caso das espécies de pitaiá, deve-se utilizar substratos sem a presença de inóculos de fungos do gênero *Fusarium*, o qual tem causado sérios prejuízos nos pomares (PIERANGELI, 2019; MOURA, 2020) (Ver capítulo 8). Atualmente há vários substratos comerciais disponíveis que são inertes e podem ser utilizados para o enraizamento de estacas.

As mudas devem ser mantidas em condições de meia sombra, já que a luminosidade excessiva pode ser prejudicial para o seu desenvolvimento. Dessa forma, devem ser mantidas sob tela de sombrite, entre 30% e 50% de sombra (Figura 7B).

A estaca pode emitir várias brotações, mas é importante que seja mantida apenas uma, retirando-se as demais para que a muda se desenvolva em haste única, o que irá acelerar seu desenvolvimento, reduzindo o gasto energético (Figura 7C). A desbrota pode ser feita manualmente, quando o broto ainda for jovem e não estiver lignificado. Caso não seja realizada no momento adequado, quando as brotações já estiverem maduras, deve-se utilizar a tesoura de poda. É importante evitar realizar a desbrota quebrando o broto, pois este procedimento pode gerar um ferimento grande na muda, servindo como porta de entrada para patógenos causadores de doenças, como fungos e bactérias. Indica-se, após a desbrota, que se pincele o local do ferimento com pasta cúprica para proteção.

De acordo com o tamanho da muda, é necessária a utilização de tutores (Figura 7A), que podem ser feitos de madeira ou material galvanizado, e instalados próximos à estaca para direcionar o crescimento da brotação. O tutor deve ser estreito e firme, para evitar lesões no sistema radicular das mudas no momento em que for inserido no substrato. Essa prática evita o tombamento e a quebra de cladódios novos. As mudas alcançam padrão adequado para o plantio no campo quando a brotação estiver com no mínimo 60,0cm de altura, e o sistema radicular bem desenvolvido (Figura 7D).



Figura 7. Tutoramento de mudas de *Selenicereus* sp. e *Hylocereus* sp.: A - tombamento de brotações quando as mudas crescem sem tutoramento; B - tutoramento das mudas com estacas de madeira; C - mudas formadas com tutoramento; D - muda com tamanho padrão de 1,0m de altura, pronta para o plantio no campo

Fotos: Maria do Céu M. Cruz

Apesar de ser indicado o enraizamento prévio da estaca, seguido pelo desenvolvimento da parte aérea antes da planta ser levada a campo, há possibilidade da realização do plantio das estacas diretamente no local de cultivo. Nesse caso, indica-se que o cultivo seja irrigado e que sejam utilizadas estacas grandes, superiores a 60,0cm de comprimento, para aumentar a sobrevivência no campo. Ainda não existem trabalhos científicos que atestem qual das duas formas de plantio é mais eficiente agrônômica e economicamente, mas há relatos do plantio de estacas não enraizadas em algumas regiões produtoras de pitaiá no estado de Yucatán, no México (CANTO et al., 1993) em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul no Brasil (LONE et al., 2020).

As mudas devem ser produzidas e comercializadas apresentando cladódio único. O viveirista deve estar registrado como produtor de mudas no sistema do Registro Nacional de Sementes e Mudanças (Renase), na Superintendência do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) em sua unidade da Federação. Para a produção de mudas com a finalidade de fornecer material de propagação é preciso usar material proveniente de uma planta ou um conjunto de plantas (jardim clonal) inscrito no Mapa.

4.2.2 Enxertia

A enxertia é um processo de propagação milenar que consiste na união dos tecidos de duas ou mais plantas, havendo reconstituição dos vasos condutores, de forma que, após a união dos tecidos, se constituirá em uma única planta. Uma das partes terá a função de absorção de água e nutrientes, ou seja, será responsável pela formação do sistema radicular da nova planta, e a outra será responsável pela produção da parte aérea. A parte aérea, referente ao desenvolvimento da copa, é denominada enxerto ou cavaleiro, enquanto a parte que tem função de raiz denomina-se porta-enxerto ou cavalo. Para que haja sucesso na enxertia, as plantas enxertadas devem ser geneticamente as mais próximas possíveis. Neste sentido, a maior chance de pegamento ocorre entre variedades dentro da mesma espécie, entre espécies distintas do mesmo gênero ou, ainda, dentro da mesma família.

A prática da enxertia é utilizada em diversas espécies frutíferas comerciais, quando a espécie que se deseja multiplicar apresenta dificuldades de enraizamento para ser propagada por estaquia ou quando o sistema radicular é suscetível a patógenos ou apresenta dificuldades de adaptação às condições de cultivo. Dessa forma, a combinação de diferentes plantas forma uma única planta nova, possibilita a adaptação da espécie que se pretende cultivar a diferentes tipos de solo e tolera déficit de água devido às características genéticas da planta utilizada como porta-enxerto. Além disso, podem-se escolher porta-enxertos que apresentam maior vigor em campo ou tolerância a patógenos, que são os objetivos da enxertia nas espécies de pitaiá

Pitaias do gênero *Selenicereus* têm sido utilizadas com sucesso como porta-enxerto para outros cactos de importância ornamental, especialmente em mutantes que não realizam fotossíntese, como *Gymnocalycium mihanovichii* (MYEONG et al., 2004). A espécie *S. undatus* também pode ser usada como porta-enxerto para flor de maio (*Schlumbergera truncata*) (LORENZI & SOUZA, 2008). Por apresentar rápido crescimento, essa espécie de pitaiá também pode ser indicada para utilização como porta-enxerto para espécies que apresentam desenvolvimento lento, como por exemplo a *S. megalanthus*.

O enxerto e o porta-enxerto exercem influência um no outro, sendo a mais estudada a relação que o porta-enxerto exerce sobre no enxerto. De uma forma geral, os porta-enxertos vêm sendo selecionados pela sua resistência ou maior tolerância a fatores bióticos e abióticos, como o estresse hídrico (excesso ou deficiência), pragas e doenças de solo, salinidade, entre outros. Em Israel já há seleção de genótipos do gênero *Hylocereus* que podem ser utilizados como porta-enxertos para espécies suscetíveis a nematoides de galhas, pertencentes ao gênero *Meloidogyne* (MIZRAHI, 2014).

O porta-enxerto também pode exercer influência nas características físico-químicas dos frutos, proporcionando a produção de pitaias com melhor sabor e maior tamanho. Nesse sentido, há relatos da utilização de *S. undatus* como porta-enxerto de uma seleção de pitaiá amarela (*S. megalanthus*), denominada 'Palora', evidenciando que as plantas enxertadas produzem frutos maiores que as plantas propagadas por estaquia (JIANG et al., 2011; SILVA, 2014). A espécie *S. undatus* pode ser enxertada com sucesso nela mesma. Também é possível a sua enxertia em outras espécies de cactáceas, como *Opuntia robusta*, *Stenocereus griseus* e *Stenocereus stellatus*, porém com menor êxito (CORDERO, 1997).

A produção de porta-enxertos pode ser feita por sementes (neste caso, denomina-se por pé-franco) ou por via vegetativa, como estacas. Na maioria das espécies frutíferas comerciais o porta-enxerto é propagado por via sexuada. Uma das desvantagens neste caso é o retorno da copa enxertada ao estágio de juvenilidade, fazendo com que a planta não produza no primeiro ano, após a enxertia. Porém, quando se utilizam mudas com porta-enxertos propagados vegetativamente como as de pitaia, ocorre redução do tempo para a produção das plantas, tendo em vista que os porta-enxertos são retirados de plantas adultas.

A prática de enxertia também vem sendo utilizada por melhoristas para antecipar o tempo de avaliação das plântulas obtidas. Para isso, enxerta-se o material que se deseja avaliar em um porta-enxerto obtido de planta adulta, para que haja redução da juvenilidade da planta, a qual inicia a produção em menor tempo. Porém, deve-se levar em conta no momento de avaliação que, além da juvenilidade, o porta-enxerto pode influenciar em outras características da planta resultante, como na qualidade dos frutos, por exemplo.

A enxertia pode ser realizada em porta-enxertos previamente enraizados ou não. Quando é feita em porta-enxertos não enraizados, denomina-se enxertia de mesa. Nesse caso, deve ocorrer, concomitantemente, a união do enxerto e do porta-enxerto e o seu enraizamento. Essa técnica, que é realizada com sucesso na videira, por exemplo, também pode ser utilizada para a propagação de espécies de pitaia com valores de pegamento superiores a 90%, ao se utilizar como porta-enxerto a espécie *S. undatus* e como enxerto *S. megalanthus* (SILVA, 2014).

Os métodos que podem ser utilizados para unir as partes das plantas na enxertia são variados. Em espécies de pitaia os métodos denominados garfagem e borbulhia têm sido utilizados (SILVA, 2014). A principal diferença entre estes dois métodos é que na garfagem o segmento de ramo é maior, com 5,0 a 8,0cm, contendo mais de três gemas (Figuras 8A e 8B) e na borbulhia o material que será enxertado é um pequeno segmento do cladódio, contendo apenas uma gema (Figura 8C).

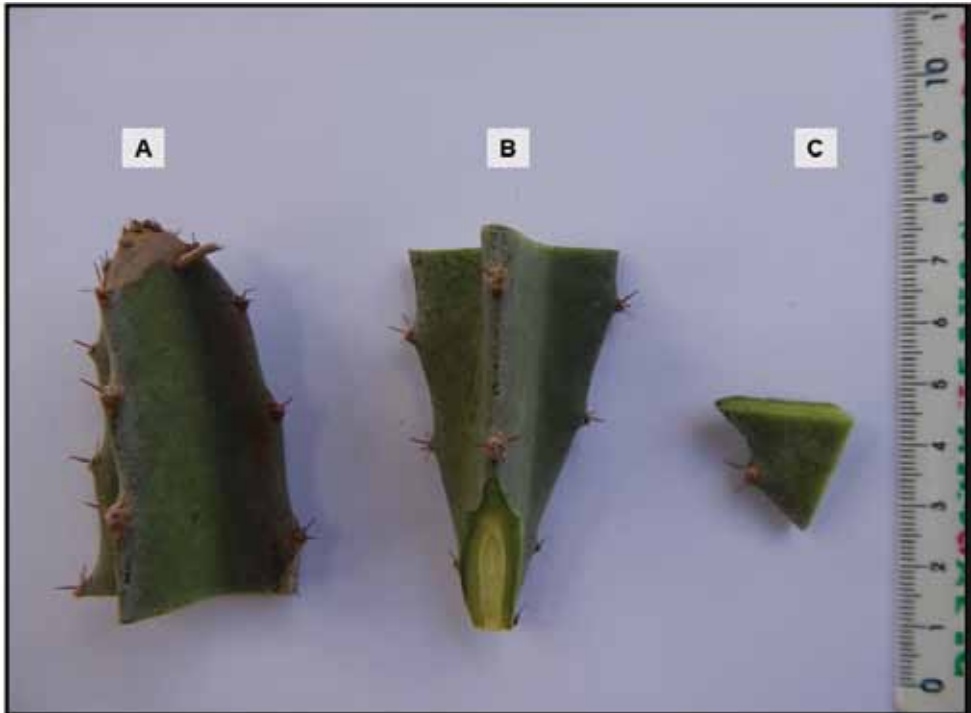


Figura 8. Tipos de garfos utilizados para enxertia por meio da garfagem e borbulhia em *Selenicereus* sp.: A - topo (garfagem no topo em fenda cheia); B - inglês simples (garfagem à inglesa simples); C - borbulhia (borbulhia)

Foto: Adriana de Castro Correia da Silva

A inserção do enxerto pelo método de garfagem no porta-enxerto pode ser realizada de diversas formas, mas as duas mais empregadas são de topo (Figura 9), e à inglesa simples (Figura 10), por fenda. Já pelo método de borbulhia, o corte para retirada da borbulha é realizado no mesmo formato e tamanho, tanto no porta-enxerto quanto no enxerto para facilitar a união (Figura 11). Independentemente do método de enxertia a ser utilizado, é importante que tanto o enxerto quanto o porta-enxerto sejam mantidos unidos para que haja íntimo contato entre eles, permitindo a formação de um novo câmbio vascular e a união entre as partes, tornando-se assim uma única planta.

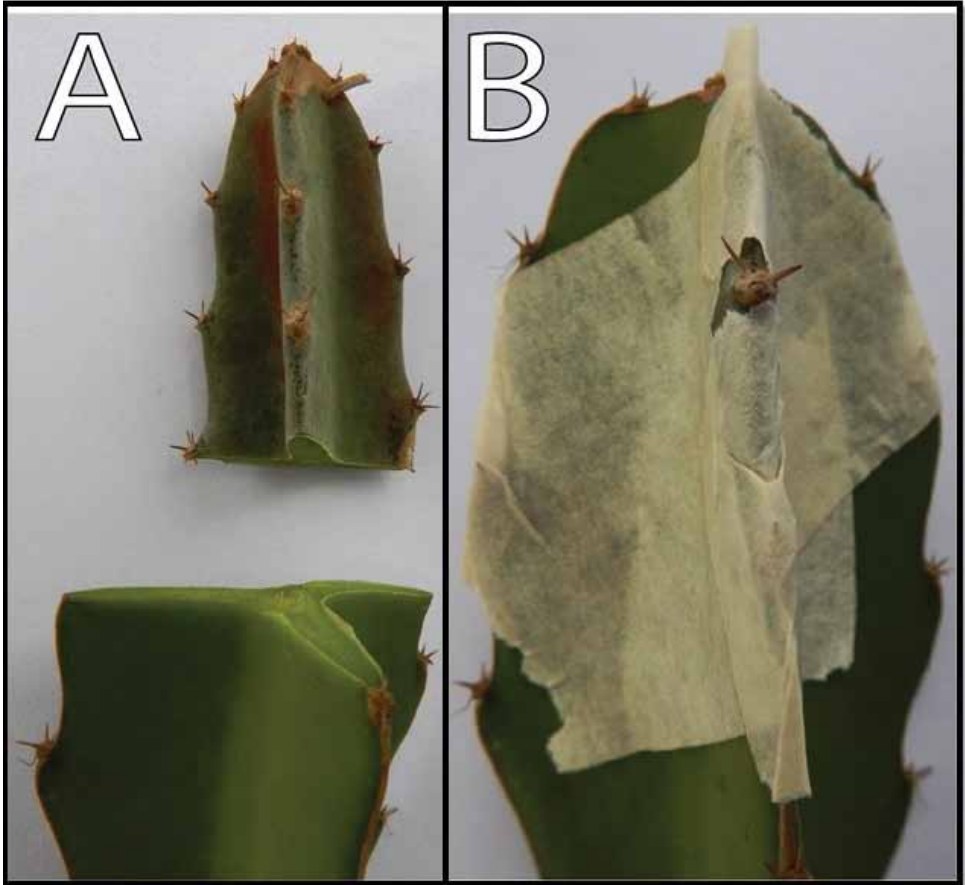


Figura 9. Enxertia por meio da garfagem de topo em *Selenicereus* sp. sobre *Hylocereus* sp.: A - decapitação do porta-enxerto e corte reto do garfo; B - união do garfo e do porta-enxerto utilizando-se fita crepe

Fotos: Adriana de Castro Correia da Silva

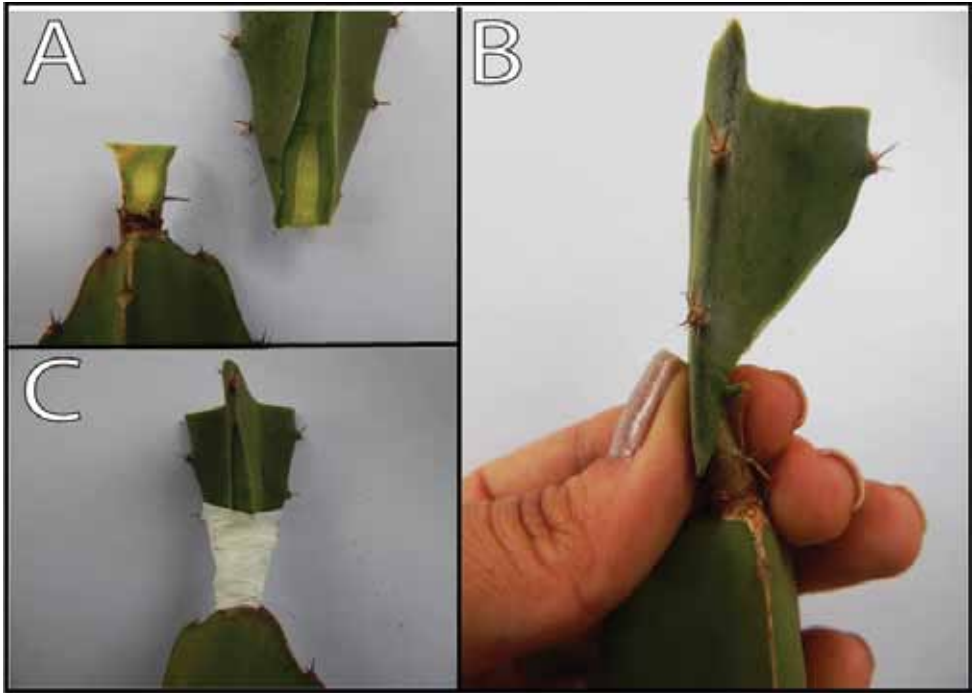


Figura 10. Etapas da enxertia por meio da garfagem à inglesa simples em *Selenicereus* sp. sobre *Hylocereus* sp. A - corte, em bisel, do porta-enxerto e do garfo; B - justaposição das duas partes; C - proteção da região enxertada com fita veda-rosca
Fotos: Adriana de Castro Correia da Silva

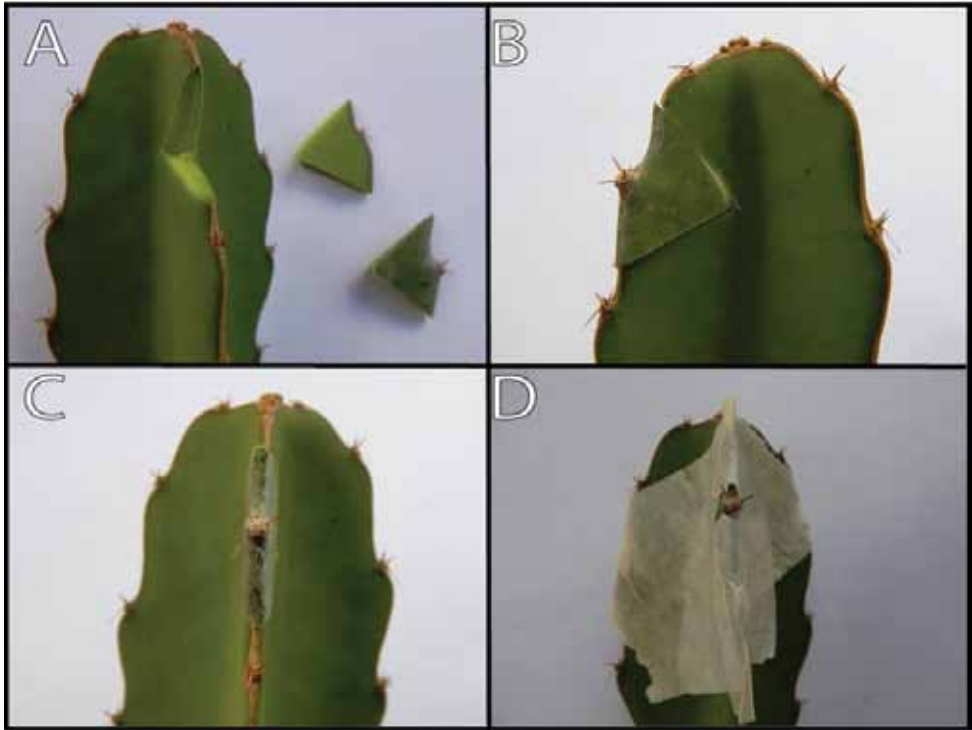


Figura 11. Etapas da enxertia por borbulhia em *Selenicereus* sp. sobre *Hylocereus* sp.: A - corte do porta-enxerto e da borbulhia; B - vista lateral da borbulhia inserida no porta-enxerto; C - vista frontal da borbulhia inserida no porta-enxerto D - proteção da enxertia com fita crepe

Fotos: Adriana de Castro Correia da Silva

A união entre o enxerto e o porta-enxerto pode ser facilitada com a utilização de vários materiais, capazes de fixar o enxerto e impedir a entrada de água, como fita vedarrosca, fita crepe, fitilho plástico, entre outros (SILVA, 2014). Ainda não há um protocolo quanto ao melhor material para ser utilizado, devendo-se levar em consideração a disponibilidade do material quando for realizar a enxertia, bem como o custo e a resistência, de forma que o material mantenha as partes ligadas até que ocorra a união das partes.

As brotações do porta-enxerto que porventura aparecerem devem ser retiradas periodicamente para não haver concorrência com as brotações do enxerto. Da mesma forma que a muda produzida por estaca, a planta deve ser mantida em cladódio único, direcionando-se o crescimento da brotação com uma estaca.

O tempo para que ocorra a perfeita união entre as partes é variável, recomendando-se que a planta enxertada seja levada a campo ainda com a estaca de direcionamento da brotação, uma vez que a região da união é muito sensível, evitando assim sua quebra. Recomenda-se ainda a retirada do material de proteção da enxertia apenas após 3 meses de sua realização.

4.2.3 Micropropagação

A cultura de tecidos ou células vegetais consiste em um conjunto de técnicas onde um pequeno fragmento da planta – como órgãos (raízes, galhos, flores, anteras), tecidos (calos e gemas) ou células – é cultivado *in vitro*, em ambiente laboratorial altamente controlado, em meio de cultivo asséptico, visando a sua manutenção, regeneração e multiplicação (HARTMANN & KESTER, 2002).

Uma das principais técnicas da cultura de tecidos é a micropropagação, isto é, a produção em larga escala de mudas a partir de um pequeno segmento da planta, denominado explante. Nessa técnica vários fatores interferem no processo, como a espécie a ser propagada, o tipo de explante, a luminosidade, a temperatura, a composição do meio de cultivo, além dos reguladores vegetais adicionados ao meio de cultivo (SILVA & FERREIRA, 2016). Dessa forma, cada espécie exige um protocolo que especifique as condições ideais para que os explantes respondam, de maneira mais significativa, às fases de estabelecimento, multiplicação, enraizamento e aclimatização.

A micropropagação é comumente utilizada para produção de mudas de espécies frutíferas, como bananeira e abacaxizeiro, por exemplo. No entanto, esta técnica ainda não é considerada como a principal forma de propagação das espécies de pitaiá, principalmente pelo alto custo, falta de mão de obra qualificada e de pesquisas que estabeleçam protocolos específicos que possam ser aplicados em larga escala nas diferentes etapas da micropropagação.

Visando ao estabelecimento de um protocolo para micropropagação das espécies *S. undatus* e *Hylocereus polyrhizus*, Züge (2019) observou que, nas fases de estabelecimento e multiplicação, a utilização de citocinina (6-benzilaminopurina – BAP) promove a indução de brotações a partir de segmentos excisados das porções mediana e basal do cladódio, sendo estes os tipos de explantes mais indicados para a multiplicação. O mesmo autor constatou que na fase de enraizamento da espécie *S. undatus* não é necessária a adição de ácido indolbutírico (AIB) no meio de cultivo, e que na fase de aclimatização a utilização de substrato, contendo casca de arroz carbonizada e vermiculita, favorece o desenvolvimento das raízes. Nesse estudo, ficou evidente que há diferença entre as espécies *S. undatus* e *H. polyrhizus* nas etapas de estabelecimento, multiplicação e aclimatização, reiterando que a resposta *in vitro* é genótipo dependente, e a importância do desenvolvimento de protocolos específicos para cada espécie.

Román et al. (2014) desenvolveram protocolo para micropropagação de *S. megalanthus* e *H. polyrhizus*, utilizando segmentos apicais e intermediários dos cladódios em meio Murashige & Skoog (MS) com a utilização das citocininas BAP e 6-furfurilaminopurina (cinetina ou KIN). De acordo com estes autores, no período de 30 dias foi possível a obtenção de 4 a 9 brotos enraizados com 4,0cm de comprimento, sendo constatado maior desenvolvimento de brotações nos explantes de segmentos apicais.

Quanto à germinação de sementes *in vitro*, não há a necessidade da adição de reguladores ao meio de cultivo e os resultados têm variado entre 92% na espécie *H. polyrhizus*, em meio JADS (CORREIA et al., 2017) e 80% na *S. undatus*, em meio MS (LOPES et al., 2017), demonstrando a possibilidade da obtenção de mudas a partir da germinação de sementes *in vitro*. A germinação *in vitro* é interessante porque permite o desenvolvimento

mais rápido das plântulas, quando comparada com aquelas obtidas por germinação em viveiros ou sistemas naturais, favorecendo a produção de enxertos e porta-enxertos que são utilizados na microenxertia (MOREIRA, 2018).

A microenxertia é uma das técnicas da micropropagação que pode ser aplicada para a limpeza clonal, ou seja: viabiliza a obtenção de plantas livres de vírus a partir de plantas infectadas. A microenxertia *in vitro* é realizada utilizando uma gema apical ou ápice caulinar de uma planta como enxerto e um porta-enxerto de uma plântula obtida da germinação de sementes (HARTMANN & KESTER, 2002). Todo o processo é realizado em condições assépticas, possibilitando a eliminação de patógenos nas mudas. Entretanto, a microenxertia ainda não foi avaliada em espécies de pitaias com este objetivo, mas a viabilidade da técnica foi constatada por Moreira (2018), que realizou a microenxertia da espécie *S. megalanthus* nos porta-enxertos de *S. undatus*, *H. polyrhizus* variedade Cebrá, *H. polyrhizus* variedade Orejona, *S. setaceus* e da própria espécie, *S. megalanthus* (Figura 12.). De acordo com a autora, foi possível a obtenção de 100% das mudas com as combinações realizadas utilizando ápices de 0,5cm dos cladódios como enxertos e segmentos de 1,0cm dos cladódios cortados horizontalmente com o ápice e a base como porta-enxertos, os quais, após a microenxertia, foram cultivados em meio acrescido de 30g L^{-1} de sacarose, com pH ajustado para $5,7 \pm 0,1$, $25\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ de intensidade luminosa, temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotoperíodo de 16 horas de luz.



Figura 12. Explantes de pitaias microenxertados e com calos na região de inserção entre enxerto e porta-enxertos (setas): A - *S. megalanthus* enxertada sobre *S. undatus*; B - *S. megalanthus* enxertada sobre *H. polyrhizus* variedade Orejona; C - *S. megalanthus* enxertada sobre *H. polyrhizus* variedade Cebrá; D - *S. megalanthus* enxertada sobre *S. setaceus*; E - *S. megalanthus* enxertada sobre *S. megalanthus*

Fonte: Moreira (2018)

Cabe ressaltar que na micropropagação uma etapa muito importante é o estabelecimento dos explantes para o cultivo *in vitro*. Nessa etapa, dependendo do tipo de explante utilizado, deve-se estabelecer um protocolo para a assepsia, no qual podem ser usados álcoois, soluções de hipoclorito de cálcio ou hipoclorito de sódio, e

lavagem em água destilada autoclavada. Entretanto, a concentração, o tempo e modo de desinfestação variam com o tipo e a idade do tecido, destacando-se que cactos não devem ser esterilizados com concentrações de hipoclorito de sódio maiores de 2% por mais de 20–25min (LEMA-RUMIŃSKA & KULUS, 2014). De acordo com estes autores, os cactos apresentam características distintas, o que limita a utilização de diferentes protocolos para a micropropagação das espécies.

As pesquisas com cultura de tecidos em pitaiia são ainda incipientes. Além da produção em larga escala a partir da micropropagação, umas das aplicações de interesse é a limpeza clonal, que visa à eliminação de patógenos de material propagado vegetativamente objetivando a produção de mudas sadias, livres de doenças. A aplicação da técnica possibilita a produção de mudas de alta qualidade fitossanitária, que contribuem para se alcançar altas produtividades e maior longevidade dos pomares no campo.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E.I.B.; CORRÊA, M.C.M.; CRISOSTOMO, L.A.; ARAÚJO, N.A.; SILVA, J.C.V. Nitrogênio e potássio no crescimento de mudas de pitaita [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose]. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 4, p. 1018-1027, 2014. DOI: 10.1590/0100-2945-296/13.
- ALVES, C.Z.; GODOY, A.R.; OLIVEIRA, N.C. Efeito da remoção da mucilagem na germinação e vigor de sementes de *Hylocereus undatus* Haw. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 4, p. 586-589, 2012. DOI: 10.5039/agraria.v7i4a1750
- ALVES, C.Z.; GODOY, A.R.; CORRÊA, L.S. Adequação da metodologia para o teste de germinação de sementes de pitaita vermelha. **Ciência Rural**, v.41, n.5, p.779-784, 2011. DOI: 10.1590/S0103-84782011005000051.
- ANDRADE, R.A.; MARTINS, A.B.G.; SILVA, M.T.H. Influência da fonte material e do tempo de cura na propagação vegetativa da pitaya vermelha (*Hylocereus undatus* Haw). **Revista Brasileira de Fruticultura**, vol.29, n.1, p.183-186, 2007. DOI: 10.1590/S0100-29452007000100039.
- BARROSO, M.M.A.; ALMEIDA, E.I.B.; CORRÊA, M.C.M.; CAJAZEIRA, J.P.; QUEIROZ, R.F.; OLIVEIRA, I.M.S. Morfologia de propágulos e auxina exógena na estaquia de pitaita vermelha. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 60, n. 4, p. 350-357, 2017. DOI: 10.4322/rca.2608
- BASTOS, D.C.; PIO, R.; SCARPARE FILHO, J.A.; LIBARDI, M.N.; ALMEIDA, L.F.P.; GALUCHI, T.P.D.; BAKKER, S.T. Propagação da pitaya 'vermelha' por estaquia. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 6, 2006. DOI: 10.1590/S1413-70542006000600009
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.
- CANTO, A.R.; ALBARADO, J.C.G.; SANTAROSA, M.G.G.; RAMOS, C.J.; GARCÍA, M.C.M.; HERNÁNDEZ, L.J.P.; LAZO, V.R.; MEDINA, L.R.; RODRÍGUEZ, R.R.; TORRES, E.T.; GARCÍA, S.V.; ELOÍSA, E.Z. **El cultivo de pitahaya en Yucatan**. Yucatan: Universidad Autónoma Chapingo, 1993. 53p.
- CORDERO, I. **Injertos de pitahaya (*Hylocereus undatus* Haworth) sobre otras cactáceas**. 1997. 51 p. Professional Thesis. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Mexico.
- CORREIA, D.; NASCIMENTO, E.H.S.; MORAIS, J.P.S.; FILHO, A.A.H.G.; SILVA, M.K.N. **Germinação de sementes e tipos de explantes na propagação in vitro da pitaya vermelha (*Hylocereus polyrhizus*)**. Embrapa Agroindústria Tropical, 2017. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, n. 147).

FERNANDES, D.R.; MOREIRA, R.A.; CRUZ, M.C.M.; RABELO, J.M.; OLIVEIRA, J. Improvement of production and fruit quality of pitayas with potassium fertilization. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 40, p. 1-9. 2018. DOI 0.4025/actasciagron.v40i1.35290

GALVÃO, E.C.; RAMOS, J.D.; PIO, L.A.S.; LAREDO, R.R.; SILVA, F.O.R.; MIRANDA, J.M.S. Substratos e ácido indol-3-butírico na produção de mudas de pitaya vermelha de polpa branca. **Revista Ceres**, v. 63, n. 6, 2016. DOI: 10.1590/0034-737X201663060016

GAVA, C.A.T.; LOPES, E.B. **Produção de mudas de palma forrageira utilizando fragmentos de cladódios**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2012. Não paginado. (Embrapa Semiárido. Instruções Técnicas, 101).

GOMES, J.A.; VENTURA, J.A.; ALVES, F.L.; ARLEU, R.J.; ROCHA, M.A.M.; SALGADO, J.S. **Recomendações técnicas para a cultura do abacaxizeiro**. Vitória: INCAPER, 2003 (Documentos, 122).

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E. **Plant propagation: principles and practices**. 7.ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2002. 880p.

JIANG, Y. L.; LIN, T.S.; LEE, C.L. Phenology, Canopy Composition, and Fruit Quality of Yellow Pitaya in Tropical Taiwan. **Hortscience**, v. 46, n. 11, p. 1497–1502. 2011.

LEMA-RUMIŃSKA, J.; KULUS, D. **Micropropagation of cacti**: a review. *Haseltonia*, v.19, n.1, p. 46-63. 2014.

LONE, A.B.; BELTRAME, A.B.; SILVA, D.A.; GUIMARÃES, G.G.F.; HARO, M.M.; MARTINS, R.S. **Cultivo de pitaya**. Florianópolis, 2020. 44p. (Epagri. Boletim Técnico, 196).

LONE, A.B.; COLOMBO, R.C.; FAVETTA, V.; TAKAHASHI, L.S.A.; FARIA, R.T. Temperatura na germinação de sementes de genótipos de pitaya. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 4, p. 2251-2258, 2014a. DOI:10.5433/1679-0359.2014v35n4Suplp2251

LONE, A.B.; TAKAHASHI, S.A. Enraizamento e brotação de estacas de pitaya em diferentes períodos do ano. **Revista Técnico-Científica do CREA-PR**, v. 22, p. 1-13, 2019.

LONE, A.B.; UNEMOTO, L.K.; FERRARI, E.A.P.; TAKAHASHI, L.S.A.; FARIA, R.T. The effects of light wavelength and intensity on the germination of pitaya seed genotypes. **Australian Journal of Crop Science**, v. 8, n. 11, p. 1475-1480, 2014b.

LOPES, C.A.; DIAS, G.M.G.; SILVEIRA, F.A.; RODRIGUES, F.A.; PIO, L.A.S.; PASQUAL, M. Propagação *in vitro* de pitaya vermelha. **Plant Cell Culture & Micropropagation**, v.13, p. 21-27, 2017.

LORENZI, H.; SOUZA, H.M. **Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. 4. Ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2008. 1088 p.

MACHADO, F.G.A. **Densidades de plantio e ciclos de cultivo na produção e qualidade de frutos e fenologia reprodutiva da pitaiá vermelha**. 2019. 97p. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

MARQUES, V.B.; MOREIRA, R.A.; RAMOS, J.D.; ARAÚJO, N.A. CRUZ, M.C.M. Porções de cladódios e substratos na produção de mudas de pitaiá vermelha. **Revista Agrarian**, v. 5, n. 17, p. 193-197, 2012.

MIZRAHI, Y.; NERD, A. Climbing and columnar cacti: new arid lands fruit crops. In: JANICK, J. (Ed.). **Perspective in new crops and new crops uses**. Alexandria: ASHS, 1999. p. 358-366.

MIZRAHI, Y. Pitaiá: uma nova fruta no mundo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.36, n.1, pp.124-138, 2014. DOI: 10.1590/0100-2945-452/13.

MOREIRA, R.A. *Microenxertia de **Selenicereus megalanthus** em diferentes porta-enxertos de pitaiá*. 2018. 45 p.: il. Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2018.

MOREIRA, R. A.; CRUZ, M. C. M.; FERNANDES, D. R.; OLIVEIRA, J. Adubação fosfatada no crescimento e nos teores de nutrientes em cladódios de pitaiá vermelha. **Agrarian**. v. 13, p. 377-384, 2020. DOI: 10.30612/agrarian.v13i49.9148

MOREIRA, R.A.; CRUZ, M.C.M.; FERNANDES, D.R.; SILVA, E.B.; OLIVEIRA, J. Nutrient accumulation at the initial growth of pitaya plants according to phosphorus fertilization. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.46, p.230-237, 2016. DOI: 10.1590/1983-40632016v4640813

MOURA, N.M. **Doenças fúngicas da cultura da pitaiá**. 2020. 61 p.: il. Dissertação (Mestrado acadêmico - Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais.

MYEONG, I.J.; CHANG-HUI, C.; JUNG-MYUNG, L. Production and breeding of cacti for grafting in Korea. **Horticultural Science Focus**, v. 44, n.3, p. 7-10, 2004.

ORTIZ, T.A.; IBANHES NETO, H.F.; TAKAHASHI, L.S.A. Methodology of the tetrazolium test for evaluating physiological quality in pitaya (*Hylocereus undatus*) seeds. **American Journal of Plant Sciences**, v.9, n.6, 2018. DOI: 10.4236/ajps.2018.96086

ORTIZ, T.A.; MORITZ, A.; TAKAHASHI, L.S.A.; URBANO, R.M. Tests for evaluating the physiological quality of pitaya seeds. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 4047-4058, 2015. DOI: 10.5433/1679-0359.2015v36n6Supl2p4047

ORTIZ-HERNÁNDEZ, Y.D. **Hacia el conocimiento y conservación de la pitahaya (*Hylocereus spp.*)**. IPN-SIBEJ-CONACYT-FMCN. Oaxaca, México. 2000. 124 p.

PIERANGELI, E.C.G. **Espécies de fungos e bactérias associados à cultura da pitaita e avaliação de estádios de maturação na qualidade da fruta**. 2019. 107 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais.

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

ROMÁN, R.S.S.; CAETANO, C.M.; RAMÍREZ, H.; MORALES, J.Z. Caracterización morfoanatómica y fisiológica de semilla sexual de pitahaya amarilla *Selenicereus megalanthus* (Haw.) Britt & Rose. **Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas**, v. 24, p. 97-111, 2012.

ROMÁN, R.S.S.; CAETANO, C.M.; RAMÍREZ, H.; OSORIO, J.G.M. Multiplicación de *Selenicereus megalanthus* (pitahaya amarilla) e *Hylocereus polyrhizus* (pitahaya oja) vía organogénesis somática. **Acta Agronómica**. V.63, p 272-281, 2014. DOI:10.15446/acag.v63n3.40980

RUTHS, R.; BONOME, L.T.S.; TOMAZI, Y.; SIQUEIRA, D.J.; MOURA, G.S.; LIMA, C.S.M. Influência da temperatura e luminosidade na germinação de sementes das espécies: *Selenicereus setaceus*, *Hylocereus undatus* e *Hylocereus polyrhizus*. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 18, n. 2, p. 194-201, 2019. DOI: 10.5965/223811711812019194

SANTOS, C.M.G.; CERQUEIRA, R.C.; FERNANDES, L.M.S.; RODRIGUES, J.D.; ONO, E. O. Efeito de substratos e boro no enraizamento de estacas de pitaya. **Revista Ceres**, v. 57, n. 6, 2010b. DOI: 10.1590/S0034-737X2010000600015

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

SILVA, A.C.C. **Pitaya: Melhoramento e produção de mudas**. 2014, 132 p.: il. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

SILVA, M.M.A.; FERREIRA, L.T. **Cultivo in vitro de plantas e suas aplicações em cactáceas**. Campina Grande: INSA, 2016. 32p.

SIMÃO, E.; SOCOLOWSKI, F.; TAKAKI, M. The epiphytic Cactaceae *Hylocereus setaceus* (Salm-Dick ex DC.) Ralf Bauer seed germination is controlled by light and temperature. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. v. 50, n. 4, p. 655-662, 2007. DOI: 10.1590/S1516-89132007000400011

ZERPA-CATANHO, D.; HERNÁNDEZ-PRIDYBAILO, A.; MADRIGAL-ORTIZ, V.; ZÚÑIGA-CENTENO, A.; PORRAS-MARTÍNEZ, C.; JIMÉNEZ, V.M.; BARBOZA-BARQUERO, L.; Seed germination of pitaya (*Hylocereus* spp.) as affected by seed extraction method, storage, germination conditions, germination assessment approach and water potential. **Journal of Crop Improvement**, p.372-394, 2019. DOI: 10.1080/15427528.2019.1604457

ZÜGE, P.G.U. **Produção de mudas de pitaya através da micropropagação**. 69f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área Fruticultura de Clima Temperado, Faculdade Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Capão do Leão, 2019.

5 Instalação de pomares e práticas culturais

Introdução

**Rodrigo Amato Moreira,
Maria do Céu Monteiro Cruz**

O pomar comercial de qualquer espécie frutífera deve ser visto como um empreendimento. Assim, o planejamento é muito importante, uma vez que as etapas que envolvem questões econômicas, técnicas e ambientais devem ser avaliadas antes da decisão de plantar. Além de ser uma etapa em que os custos são mais elevados, a implantação deve levar em consideração às exigências do mercado. Dessa forma, os cuidados são necessários desde a fase inicial do pomar.

Vale destacar que as informações apresentadas neste capítulo são baseadas nos resultados das práticas de manejo que vêm sendo estabelecidas em pomares experimentais de pesquisas realizadas no Brasil e na experiência técnica de pesquisadores com o manejo de pomares e nas práticas estabelecidas para outras espécies frutíferas.

5.1 Fatores importantes no planejamento de um pomar

As espécies de pitaia são perenes, com expectativa de produção entre 20 e 30 anos, como tem sido relatado em outros países produtores (CRANE & BALERDI, 2005; GUNASENA et al., 2006), dependendo da qualidade da muda, da estrutura do sistema de condução e da ocorrência de pragas e doenças. Nesse sentido, o planejamento para a implantação do pomar deve ser realizado de forma criteriosa, a fim de garantir o sucesso do empreendimento. Por isso, diversas informações devem ser consideradas na avaliação de viabilidade econômica e técnica (FACHINELLO et al., 2008), conforme se recomenda antes da instalação de qualquer espécie frutífera, tendo em vista o alto investimento.

Cabe ressaltar que na análise ambiental os produtores devem buscar na legislação ambiental informações para a sua região no que se refere à reserva legal, área de preservação permanente, autorização de desmatamento e controle de fogo.

5.1.1 Viabilidade econômica

Na abordagem econômica é importante o levantamento de custos iniciais para a implantação, bem como para a manutenção do pomar a médio e a longo prazo. Para isso, é importante considerar o tempo para o retorno do investimento, pois os pomares de pitaia necessitam, em média, de um a dois anos para iniciar a produção comercial, dependendo do tipo de muda e das condições de cultivo, além de recursos humanos e financeiros, e da logística de armazenamento e transporte.

No levantamento de custos para a fase de implantação do pomar, os investimentos são altos porque se deve considerar, principalmente, o valor da terra, a aquisição de mudas, os insumos, os equipamentos, a infraestrutura e a mão de obra, incluindo a manutenção do pomar durante o período improdutivo, ou seja, do plantio até o início da produção. A

partir do início da entrada de receita, o planejamento considera a produtividade esperada nas safras subsequentes, a vida útil do pomar e o mercado. Estas informações são importantes para dimensionar o tamanho inicial da área de cultivo, o número de plantas por área e cova, além de avaliar a necessidade de mão de obra a ser contratada, assim como a disponibilidade na região, buscando sempre a otimização dos recursos que serão empregados.

A demanda por mão de obra durante o ano é significativa, uma vez que, mesmo com a adoção de mecanização para otimizar a realização de algumas práticas de manejo nos pomares de pitaia, grande parte dessas práticas são executadas de forma manual. Por esta razão, a mão de obra familiar nem sempre é suficiente e, dependendo do tamanho do pomar, necessita ser complementada. Dessa forma, com o planejamento das práticas culturais necessárias no pomar de pitaia é possível estimar a demanda de mão de obra mensal ou anual para a realização das atividades estabelecidas.

A logística para o armazenamento e o transporte é um aspecto importante que deve ser observado no momento do planejamento, tendo em vista a perecibilidade das frutas. Os produtores devem organizar uma estrutura adequada para o armazenamento ou mesmo para fazer a classificação e a embalagem das pitaias antes do escoamento. A organização desse tipo de estrutura pode ser facilitada a partir de associações de produtores nas diferentes regiões produtoras, mas, mesmo assim, é necessário fazer o transporte para o centro de comercialização o mais breve possível, o que demanda estradas com boas condições de tráfego, evitando-se lesões causadas por atrito entre as frutas.

O planejamento da abordagem financeira é muito importante para evitar que nenhuma atividade planejada deixe de ser realizada por falta de recurso, pois os investimentos iniciais tendem a ser elevados. Assim, todos os aspectos de ordem técnica devem ser levados em conta para que o produtor tenha sucesso no seu empreendimento.

É importante lembrar que os custos de implantação e produção podem variar de região para região e de acordo com a densidade de plantio e a tecnologia utilizada. Em pomar instalado com a utilização exclusiva de fontes orgânicas para a adubação e sem irrigação, por exemplo, os maiores custos na fase de implantação foram com aquisição de mudas, mão de obra e as fontes de adubação; na fase de manutenção, as fontes de adubação e mão de obra foram as que mais exigiram recursos (MARQUES et al., 2012).

5.1.2 Viabilidade técnica

A abordagem técnica deve considerar informações relativas a mercado para comercialização das frutas, condições climáticas, escolha de espécies e/ou de cultivares adaptados, além das condições físicas, químicas e biológicas do solo. A falta de informações pode levar ao estabelecimento de práticas de manejo casuais, ao crescimento insatisfatório e à produção insuficiente das plantas, entre outros problemas que poderão afetar a longevidade produtiva do pomar.

5.1.2.1 Mercado

Informações sobre a comercialização são importantes para se conhecer as demandas regionais, estaduais, nacionais e internacionais, bem como os períodos do ano em que a

pitaia alcança melhores preços e a preferência do consumidor em relação à qualidade, como tamanho e cor da polpa, por exemplo. Estas informações auxiliam o estabelecimento de práticas de manejo no pomar e, principalmente, a escolha das espécies ou cultivares disponíveis, visando à produção de pitaias com a qualidade exigida pelo mercado. Além disso, deve-se considerar a distância do centro de comercialização, a perecibilidade das frutas e a existência de agroindústrias para o aproveitamento do excedente.

5.1.2.2 Condições climáticas

As variações climáticas são importantes para a tomada de decisão em qualquer pomar comercial, inclusive para o cultivo de espécies de pitaia, pois é a partir dos dados climatológicos do local de cultivo que práticas como irrigação, adubação, necessidade de sombreamento e, futuramente, escolha de cultivares tolerantes ao estresse térmico são estabelecidas. As condições climáticas do local de cultivo também influenciam a época de colheita e a duração do ciclo produtivo das espécies de pitaia, conforme tem sido observado em diferentes locais de cultivo no Brasil (MARQUES et al. 2011, SILVA et al., 2015; MACHADO, 2019).

A temperatura, por exemplo, é o elemento climático mais importante para o cultivo das espécies de pitaia, pois ela influencia o início e a duração das fases fenológicas, como a brotação, a floração, o número de fluxos de floração, a frutificação, a época de amadurecimento das pitaias, além de possíveis problemas relacionados ao estresse térmico que podem causar o amarelecimento das plantas, a queima dos cladódios e a redução da produtividade devido à baixa formação de botões florais ou à deficiência de polinização. Estes problemas têm sido relatados em condições de temperaturas elevadas, pois algumas espécies são nativas das regiões sombreadas, quentes e úmidas das Américas e por isso se desenvolvem melhor sob temperaturas de 20 a 30°C (NERD et al., 2002; NOBEL & DE LA BARRERA, 2004).

No Brasil, as pesquisas evidenciam o cultivo em tipos climáticos variados, como temperado suave (mesotérmico), subtropical, tropical de altitude, subtropical úmido, tropical de savana, semiárido (MARQUES et al., 2011; SILVA et al., 2015; LONE et al., 2017; SARMENTO, 2017; FERNANDES et al., 2018; MACHADO, 2019), entre outros. Nesses locais as temperaturas médias anuais variam entre 19,4°C e 26,6°C, exceção para as regiões de clima semiárido onde a média pode chegar a 34°C na estação seca do ano. Nas regiões de clima predominante quente, ao longo das estações, a produção ocorre quase o ano inteiro, com a emissão de nove a onze fluxos de floração, sendo os maiores picos de florescimento e frutificação nos meses de janeiro a abril (MACHADO, 2019). De acordo com este autor, a época que coincide com o período de chuvas (verão e início do outono) ocorre redução das temperaturas máximas e a média fica próxima aos 28°C, temperatura que apresenta correlação positiva com a produção. Por outro lado, nas regiões de clima mais suave, a época de floração fica restrita ao verão, com três a cinco fluxos de floração (MARQUES et al., 2011).

As perdas de produtividade relacionadas às condições de temperatura ainda não foram quantificadas nas regiões que apresentam clima quente predominante. No entanto, em Fortaleza, CE, onde os cultivos estão sob alto nível de radiação luminosa e temperatura, foi relatado o amarelecimento na extensão dos cladódios, em determinadas épocas do

ano (OLIVEIRA, 2019). Isso ocorre porque algumas espécies do gênero *Selenicereus* são apontadas como sensíveis à radiação solar extremamente alta e a temperaturas elevadas, mas com ampla variação na sensibilidade entre espécies e genótipos (TEL-ZUR, 2017).

As variações de temperatura para o cultivo das espécies de pitaias são importantes porque algumas delas, em seu habitat natural, crescem em condições de sub-bosque e por isso não toleram altas temperaturas, que geralmente ocorrem em regiões de alta intensidade luminosa (MIZRAHI et al., 1997). Dessa forma, é provável que o cultivo em regiões que favorecem o estresse por alta temperatura afetará a produtividade. Estudos iniciais no Brasil evidenciam que o cultivo em região de clima tropical, nos meses (agosto a novembro) de maior insolação, entre 280h a 320h, a umidade relativa fica abaixo de 70%, a temperatura média ultrapassa os 28°C e as plantas apresentam produção em torno de 80% inferior aos meses de dezembro a abril, apesar de haver irrigação, evidenciando a importância da temperatura (27°C a 28°C) e da umidade relativa (acima de 70%) para a efetividade da polinização (MACHADO, 2019).

Locais com ocorrência frequente de granizo e geadas devem ser evitados, pois as medidas protetivas são difíceis e onerosas. Entre as alternativas que podem ser utilizadas estão as torres de ventilação estacionária antigeadas, que são máquinas eólicas que têm sido usadas no setor agrícola para prevenir ou mitigar os efeitos adversos da geada noturna causada pela queda da temperatura do ar (0°C), sendo capazes de promover aumentos de temperatura pela mistura das camadas de ar, diminuindo a inversão térmica (BATTANY, 2012; HEUSINKVELD, et al., 2020). No entanto, a eficiência depende da força e da direção do vento ambiente, da força da inversão de temperatura e das características da máquina de vento, como potência do motor e tempo de rotação axial (BEY-MARSHALL et al., 2019). Esse método é pouco utilizado no Brasil, mas vem sendo introduzido em regiões de clima temperado na proteção das espécies frutíferas. Além disso, pode ser realizada a instalação de sistema de irrigação antigeadas, o qual realiza a aplicação de água que, ao se congelar, libera calor, reduzindo o resfriamento e mantendo a temperatura por volta de 0°C. Essa técnica é muito utilizada no sul do Brasil para a proteção de pomares de videira e macieira contra as geadas tardias (primavera). Há a possibilidade da utilização de telas de proteção colocadas ao longo das filas, para evitar danos que podem ser causados pelas chuvas de granizo. Geralmente, a adoção das tecnologias citadas ocorre em pomares com alto retorno econômico. O efeito prejudicial do abaixamento de temperaturas, provocado por geadas, pode causar pequenas lesões e, embora as plantas consigam se recuperar, dependendo do estágio fenológico da planta, os efeitos podem ser prejudiciais à produção. No entanto, cabe ressaltar que as pitaias são de origem tropical, de modo que o seu cultivo em regiões com invernos intensos deve ser praticado com cautela.

O índice pluviométrico e a distribuição das chuvas ao longo do ano são importantes, pois o excesso de chuvas em um determinado período pode favorecer o desenvolvimento de doenças. Chuvas intensas podem também provocar o aparecimento de zonas encharcadas no interior do pomar e períodos prolongados com solos alagados podem ser prejudiciais às plantas. Além disso, se as chuvas ocorrerem no período de floração das plantas, a polinização das flores pode ser reduzida drasticamente. Por outro lado, a escassez de chuvas no período que antecede a floração e durante o crescimento dos frutos pode alterar o manejo da adubação e resultar na produção de frutos menores.

Ventos dominantes podem causar danos às plantas, com a queda do sistema de condução, ou do suporte utilizado, principalmente em áreas com declives mais acentuados, dependendo da estrutura de condução das plantas, do peso das plantas e da idade do pomar. Durante o período de floração, o vento pode dificultar o trabalho de insetos polinizadores, diminuindo a polinização e, conseqüentemente, a frutificação.

5.1.2.3 Escolha de espécies e cultivares para o plantio

A escolha de espécies de pitaia que serão plantadas deve considerar as exigências de mercado, mas também é importante obter as informações relacionadas à suscetibilidade das plantas a doenças, à produtividade alcançada, à precocidade, à polinização, à época de floração e à resistência das frutas ao transporte. Nem sempre é possível juntar todas estas características na mesma espécie ou cultivar, sendo importante considerar o destino da produção para a tomada de decisão. A partir das características genéticas das espécies que serão implantadas e das práticas de manejo que serão associadas, o produtor pode produzir com a qualidade exigida pelo mercado.

O escalonamento da produção é recomendado, quando possível, visando prolongar o período de colheita e otimizar o uso de insumos e mão de obra, com o plantio de espécies ou cultivares que apresentam floração em diferentes épocas (precoces e tardias), observando se as espécies escolhidas precisam de polinização cruzada ou são autocompatíveis. Deve-se procurar espécies que apresentem o pico de colheita em épocas diferentes ou com características de frutas que atendam a diferentes mercados, como a indústria, por exemplo. De qualquer forma, para grandes áreas, é interessante dividir o pomar com o plantio de espécies que assegurem a polinização, mas com épocas de maturação diferentes, pois com isso evita-se a concentração de atividades no mesmo período.

A escolha de espécies capazes de produzir em diferentes épocas também serve como estratégia de manejo para os pomares, pois possibilita a produção em épocas de menor ocorrência de pragas e doenças e de melhores preços no momento da comercialização ou a comercialização em novos mercados e aproveita melhor os equipamentos e a mão de obra disponível.

5.1.2.4 Condições físicas, químicas e biológicas do solo

A instalação correta de um pomar requer uma boa fundação e, para isso, recomenda-se dar preferência aos locais que apresentam solos bem drenados, com bom teor de matéria orgânica e sem presença de patógenos.

Informações sobre o solo da área permitem selecionar, na propriedade, o local de plantio. Na instalação de pomares de qualquer espécie frutífera deve-se dar preferência para solos francos, profundos e bem drenados, evitando-se solos sujeitos a encharcamento ou que apresentem camada que limite a drenagem (FACHINELLO et al., 2008). Essas considerações são essenciais para os pomares de pitaia, pois as características físicas do solo podem limitar o desenvolvimento das raízes e causar podridões nos cladódios.

A partir da demarcação da área deve-se ter informações sobre os atributos químicos do solo para determinar a necessidade de correção e planejar as adubações do pomar por ocasião da implantação, realizada no pré-plantio e após o plantio das mudas no campo.

Além disso, se possível, buscar informações relacionadas à presença de nematoides e de cultivos anteriores. Isso porque muitas espécies de pitaita são suscetíveis a esses fitoparasitas que provocam lesões no sistema radicular das plantas, afetando o seu crescimento vegetativo e reprodutivo (NASCIMENTO et al., 2019).

5.2 Instalação do pomar

5.2.1 Aquisição de mudas

A formação de um pomar com alto potencial produtivo depende, em grande parte, da qualidade das mudas, o que aponta para alguns cuidados que devem ser tomados com relação à aquisição das mudas. Escolher um viveirista idôneo, registrado no Sistema Nacional de Sementes e Mudanças (RenaseM) e no Mapa. Encomendar as mudas com um ano de antecedência possibilita que o viveiro se organize para produzir a quantidade de mudas suficientes das espécies ou dos cultivares escolhidos.

As informações sobre os critérios que produtores devem observar no momento da compra de mudas foram apresentadas anteriormente, no capítulo 4, e elas evidenciam a importância de aquisição e do plantio de mudas com alta qualidade. Embora as espécies de pitaita sejam propagadas facilmente, não é recomendado fazer o plantio de novos pomares a partir de cladódios retirados de áreas de produção, seja para o plantio diretamente no solo, após a cura, ou enraizados, em virtude dos riscos fitossanitários que ameaçam os pomares de pitaita e que podem ser introduzidos na área a partir das mudas.

5.2.2 Preparo do solo

A área onde será instalado o pomar deverá ser preparada de forma correta, adotando-se algumas práticas, entre as quais se destacam a análise de solo, o preparo, a correção, quando necessária, e a adubação de plantio. Informações sobre a necessidade de calagem e adubação são detalhadas no capítulo 6.

A análise de solo é essencial para a avaliação da fertilidade do solo. Assim, na amostragem de solo é importante a observação do terreno para a separação em áreas homogêneas, o número de amostras (simples e compostas) que devem ser retiradas e os cuidados com as ferramentas e recipientes para evitar a contaminação das amostras, conforme estabelecem os manuais de adubação e calagem (CFSEMG, 1999; RAIJ et al., 1996; CQFSRS/SC, 2016). Amostra simples é o volume de solo coletado em um ponto da gleba (subamostra) e a amostra composta é a mistura homogênea das várias amostras simples coletadas na gleba. Ela deve conter cerca de 300g de solo misturado das subamostras e ser submetida à análise química. Vale destacar que a amostra composta deve ser representativa da área que será cultivada.

Dentro de uma gleba homogênea (até 10ha), deve-se percorrer a área em zigue-zague (Figura 1) e retirar de 20 a 30 subamostras para se obter uma amostra composta

de vários pontos da área. Cabe salientar que, em cada local de amostragem, é importante retirar os detritos da superfície do solo, evitar manchas de solo ou qualquer elemento que não caracterize a área amostrada, (ver capítulo 6), no intuito de reduzir erros de representação na área que será preparada.

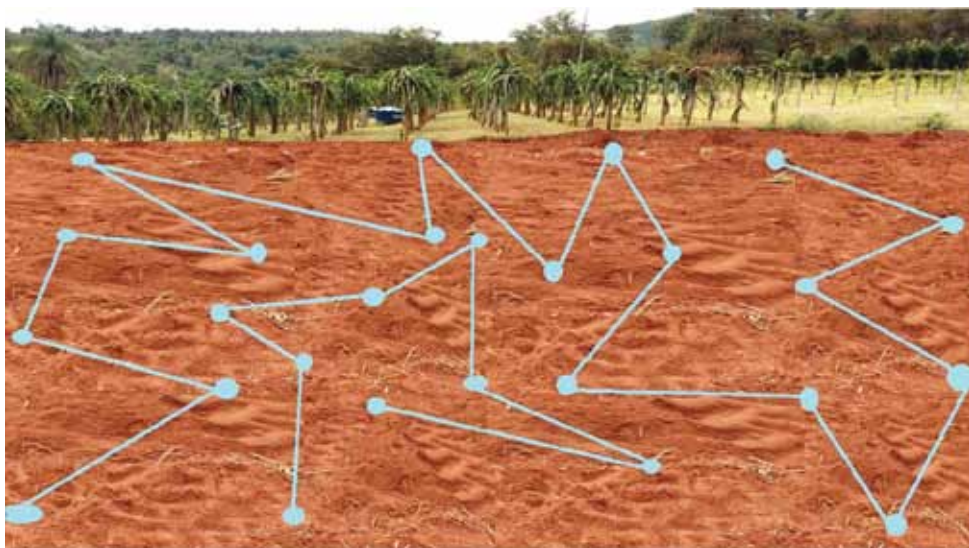


Figura 1. Amostragem em ziguezague de uma área homogênea para a retirada de subamostras que irão compor a amostra composta; Imagem apenas ilustrativa como exemplo, na prática os pontos devem considerar as diferenças e o tamanho da área

Elaboração: Maria do Céu M. Cruz

A retirada de amostras de solo pode ser feita com diversos tipos de ferramentas, como o enxadão, pá de corte e trados. Geralmente a escolha de um trado adequado torna a operação mais fácil e rápida, permitindo a retirada de amostras nas profundidades de 0 a 20cm e de 20 a 40cm, na mesma quantidade de solo em todos os pontos amostrados. Todas as ferramentas e os recipientes utilizados para a amostragem e a embalagem da terra devem estar limpos e, principalmente, não devem conter resíduos de calcário ou de fertilizantes.

No momento da coleta de amostras de solo, os torrões devem ser quebrados dentro de um balde, retirando-se pedras, galhos ou outros resíduos, misturando-se bem. Se o solo estiver muito úmido, deve-se deixar a amostra secar ao ar. Transfere-se para um saco de plástico limpo, identificado (o nome do proprietário, o município e o nome da propriedade) e encaminha-se para o laboratório para análise química. Essa análise é muito importante porque os resultados informam sobre os índices de acidez, o teor de matéria orgânica e a disponibilidade de nutrientes do solo, possibilitando o planejamento do manejo da adubação.

No preparo convencional do solo, normalmente são recomendadas duas arações profundas, seguidas de duas gradagens. No entanto, dependendo do tipo de solo, e

das propriedades físicas e da profundidade, deve-se utilizar técnicas de preparo do solo apropriadas. De maneira geral, no preparo do solo recomendam-se a limpeza, a subsolagem (se necessário) ou a aração profunda e a gradagem.

Na etapa de limpeza deve-se deixar a área limpa para facilitar as práticas subsequentes. A técnica utilizada para a limpeza depende da vegetação existente e pode ser executada manualmente ou com tratores. Os restos de vegetação da roçagem podem ser incorporados ao solo e apenas galhos maiores e pedras devem ser retirados da área.

Durante a aração é possível avaliar a necessidade de subsolagem ou aração profunda, se for identificada uma camada de compactação. Assim, esta prática vai depender da existência de camadas compactadas em profundidade superior à 25cm, sendo necessário, nestes casos, fazer a aração profunda, ou subsolagem na camada entre 20 a 40cm, a fim de favorecer o desenvolvimento do sistema radicular das plantas após o plantio. Nessa etapa, e de acordo com os resultados da análise de solo, pode ser feita a aplicação de calcário na área (Figura 2).

Na gradagem é possível nivelar o terreno que foi revolvido e descompactado. Isso permite a distribuição uniforme dos adubos e facilita a demarcação das covas para o plantio.

Essas etapas possibilitam o revolvimento de camadas superficiais para reduzir a compactação, incorporar corretivos e fertilizantes, aumentar os espaços porosos (SANTIAGO & ROSSETTO, 2007). Além disso, de acordo com estes autores, esse processo promove o corte e o enterro das plantas daninhas, o crescimento das raízes das plantas e auxilia no controle de pragas e patógenos do solo.



Figura 2. Preparo convencional do solo para a instalação de pomar de pitaia: A – aração e gradagem; B - distribuição de calcário em área total; C - incorporação de calcário. Unidade experimental da UFVJM, Couto Magalhães de Minas, MG

Fotos: Deilson de Almeida Alves

O preparo mínimo do solo ou preparo em faixas pode ser considerado. Esse sistema de preparo tem sido cada vez mais praticado na fruticultura, no qual a vegetação da área pode ser eliminada com o uso de herbicida ou roçagem e, posteriormente, é feita somente a abertura das covas ou dos sulcos para o plantio das mudas.

Em pomares de outras espécies frutíferas o preparo de solo em faixas, com manutenção de gramínea remanescente nas entrelinhas, tem-se mostrado apropriado para implantação dos pomares (AULER et al., 2008; FIDALSKI et al., 2009). De acordo com estes autores, as plantas de cobertura permanente utilizadas nas entrelinhas do pomar não comprometeram a produção do pomar, melhorando a fertilidade e as propriedades físicas do solo.

Esse tipo de preparo é indicado para locais que apresentam áreas com declive, onde não há forte compactação do solo, problemas com barreiras físicas e necessidade

de calagem em profundidade, pois o cultivo mínimo possibilita o controle da erosão e também o aumento da matéria orgânica.

5.2.3 Sistema de alinhamento, marcação e espaçamento de plantio

As plantas podem ser dispostas no pomar de várias formas, dependendo da topografia da área, do tipo de mecanização utilizada, da necessidade de aproveitamento da área disponível e do vigor das espécies ou dos cultivares plantados na área (FACHINELLO et al, 2008).

Em áreas planas ou com pouca declividade, as covas ou sulcos para o plantio das mudas podem ser alinhados em quadrados ou retângulos. O sistema quadrado é pouco recomendado porque diminui a área útil do terreno e dificulta os tratos culturais mecanizados, em função da menor distância entre as linhas das plantas, enquanto, no sistema retangular, com o mesmo número de plantas por hectare, o trânsito interno no pomar é facilitado, pois as fileiras podem ficar mais distantes, facilitando os tratos culturais mecanizados e possibilitando o cultivo intercalar de plantas anuais nos primeiros anos de cultivo.

Em terrenos com declives são recomendados sistemas que permitam o controle da erosão. Neste caso, podem ser utilizados o sistema de alinhamento em linhas paralelas entre os terraços e o de linhas em nível entre os terraços. Nestes sistemas, as plantas devem ser dispostas de maneira que formem fileiras perpendiculares ao sentido da maior inclinação do terreno. A diferença entre eles é que no sistema de linhas paralelas as fileiras mantêm a mesma distância entre elas e, no sistema em nível, as fileiras não seguem um paralelismo e sim o declive do terreno, ou seja, pode haver maior ou menor afastamento das fileiras de plantas, dependendo do gradiente de inclinação da área. Entretanto, o plantio de espécies de pitaia não é recomendado em áreas muito acidentadas, com declives acima de 20%. No plantio em terrenos com declive moderados, que possibilitam o cultivo, é importante ressaltar que, independentemente do tipo de solo, outras práticas culturais devem ser adotadas, como a formação de cobertura permanente do solo, evitando-se, assim, as perdas de solo por erosão.

A definição do espaçamento depende da tecnologia adotada no manejo do pomar, do maquinário disponível, do vigor das plantas, do tipo de solo, do clima, da área disponível e do destino da produção.

Espaçamentos de 3m x 3m têm sido utilizados nas regiões Sul e Sudeste do país, inclusive em pomares experimentais (MARQUES et al., 2012; FERNANDES et al., 2018; RABELO et al., 2020). Algumas variações sugeridas são de 4m a 5m entre linhas e de 2m a 1m entre plantas, seguindo o alinhamento retangular em terrenos planos, pois é um sistema moderno que facilita o manejo do pomar, onde as fileiras podem ficar mais afastadas, facilitando os tratos culturais mecanizados, como a roçagem na entrelinha e a aplicação de fertilizantes e tratamentos fitossanitários. O aumento de espaçamento entre as linhas de plantio tem sido recomendado em função do crescimento das plantas a partir do terceiro ano de plantio, o que pode dificultar o manejo do pomar em grandes áreas.

Marcações com redução no espaçamento entre plantas, como 5m x 1m; 4m x 1m e 3m x 1m apresentam como vantagens a redução da distância entre plantas e a alta

densidade de plantas por área, de 2.000 e 3.333 plantas por hectare, o que viabiliza os manejos com a utilização de telas para a cobertura das plantas, visando reduzir o estresse térmico e a queima de cladódios em regiões com a ocorrência de altas irradiâncias e temperaturas.

Um ponto importante na escolha do sistema de alinhamento e do espaçamento é a exposição das plantas à luminosidade, pois as plantas com melhor exposição à luz são mais produtivas. Em áreas planas, a exposição não é afetada utilizando-se menores densidades de plantio (entre 1.333 e 1.666 plantas por hectare). No entanto, em regiões montanhosas, com terrenos inclinados, ou em sistemas adensados, deve-se escolher a exposição norte, devido à melhor insolação e à menor incidência de vento (FACHINELLO et al., 2008).

O número de plantas que podem ser colocadas por tutor é outra forma de aumentar a quantidade de plantas por área, sem alterar o espaçamento entre tutores e entre linhas. Dados de uma pesquisa realizada no Brasil em que se avaliou o cultivo de *Selenicereus* sp. com uma planta por cova (1.666 plantas ha⁻¹), duas plantas por cova (3.334 plantas ha⁻¹) e quatro plantas por cova (6.667 plantas ha⁻¹), no espaçamento de 3m entre linhas e 2m entre tutores, mostraram incremento de produtividade de 493%, no segundo ciclo produtivo, com 8,9t ha⁻¹ utilizando-se quatro plantas por cova, em relação ao cultivo com uma planta por cova que alcançou 1,5t ha⁻¹ (MACHADO, 2019). No entanto, o autor da pesquisa destacou que, no sistema de cultivo utilizando quatro plantas por cova, a massa das pitaias foi 12% menor. Este fator precisa ser levado em consideração pelo produtor na ocasião do planejamento, tendo em vista o destino da produção, pois a tendência é que nos anos subsequentes a diferença de produção não ocorra, em função do desenvolvimento das plantas e do sistema de poda adotado. Além da densidade de plantio, outros fatores influenciam a produtividade e o tamanho das frutas, como o manejo da fertilização do pomar (ver capítulo 6) e a polinização (ver capítulo 3).

A alta densidade de plantas pode apresentar vantagens, como melhor aproveitamento da área, fertilizantes, mão de obra e maior produção inicial. Além disso, é uma forma de aumentar o retorno econômico nos primeiros anos de produção do pomar, mesmo com o maior custo de implantação. É importante lembrar que a aquisição de mudas é um dos fatores que oneram os custos de implantação dos pomares e que, com a alta densidade de plantas, as técnicas de manejo da planta e solo devem ser mais intensivas para controlar a quantidade excessiva de cladódios nas plantas e evitar o desequilíbrio da relação fonte-dreno, a incidência de pragas e doenças e sobrecarregar o sistema de condução da planta.

Por outro lado, cultivos com menor densidade de plantas apresentam como vantagens menor custo de implantação, por utilizarem menor quantidade de tutores e mudas por área, além de melhores condições de luminosidade e arejamento, bem como facilidade de circulação com maquinário entre as linhas de plantio devido ao espaçamento maior entre elas.

5.2.4 Abertura e preparo de covas para o plantio

A abertura de covas para o plantio das mudas deve ser feita após a definição do espaçamento e a marcação. A abertura pode ser realizada manualmente ou com uma broca

mecânica acoplada ao trator ou motor a gasolina. Em pomares que adotam espaçamentos maiores entre plantas, o mais indicado é que o preparo seja realizado nas covas, assim como tem sido praticado na instalação de outras espécies frutíferas (FACHINELLO et al., 2008), que podem ser abertas nas dimensões de 40cm x 40cm x 40cm. Esse procedimento tem proporcionado o rápido crescimento das plantas após o plantio (mudas enraizadas), as quais iniciam a primeira produção um ano após o plantio (FERNANDES et al., 2018; MACHADO 2019), com produção satisfatória nos anos subsequentes (Figura 3).

Nos pomares instalados a partir do plantio direto de estacas (cladódios), sem o enraizamento prévio, na etapa de alinhamento é feita a marcação para instalação dos tutores, onde se faz uma amontoa para o plantio das estacas (LONE et al., 2020).



Figura 3. Plantas das espécies *Selenicereus undatus* e *Hylocereus polyrhizus* no primeiro (A) e segundo (B) ano após o plantio. Unidade experimental da UFVJM em Couto Magalhães de Minas, MG

Fotos: Maria do Céu Monteiro da Cruz

A profundidade da cova deve considerar o desenvolvimento das raízes. Mesmo que as mudas de pitaia utilizadas para implantação dos pomares sejam provenientes de estaquia e apresentem o sistema radicular fasciculado (Figura 4A), as inúmeras raízes secundárias se distribuem a uma profundidade de, pelo menos, 30cm (Figura 4B) e se ramificam e ocupam toda a extensão da cova, podendo atingir mais de 1m (Figura 4C). Essa característica evidencia a alta capacidade do sistema radicular na absorção de água e nutrientes e, quando plantada em um solo com condições favoráveis, contribui para o rápido desenvolvimento da parte aérea e o início da produção.



Figura 4. Sistema radicular de *Selenicereus* sp. A – sistema radicular de uma muda enraizada em vaso, antes do plantio no campo; B - distribuição do sistema radicular a 30cm de profundidade no solo de uma planta adulta, seis anos após o plantio no campo; C - ramificação de raízes secundárias que ocupam a cova

Fotos: Maria do Céu M. Cruz

No preparo das covas deve-se realizar a adubação de plantio (pré-plantio) de acordo com os resultados da análise de solo e as recomendações para o cultivo de espécies pitaia (ver capítulo 6). Para assegurar o bom desenvolvimento das plantas, recomenda-se a adição de matéria orgânica que pode ser esterco de bovino, caprino ou de aves curtido, além de fertilizantes contendo, principalmente, calcário, fósforo e micronutrientes. A quantidade de calcário por cova ou sulco deve ser calculada conforme o volume de solo (ver recomendação no capítulo 6). É importante fazer o preparo com antecedência, em torno de 60 dias antes do plantio das mudas e marcar o centro das covas e dos sulcos para que o plantio seja centralizado no local onde foi preparado. Isso porque, após o preparo, as condições favoráveis contribuem para o crescimento de plantas daninhas, o que pode dificultar a localização das covas na ocasião do plantio.

5.2.5 Plantio e tutoramento das plantas

As mudas devem ser plantadas ao nível do solo, mantidas na posição vertical, atentando para que não sejam soterradas, pois pode ocorrer apodrecimento do cladódio com a umidade frequente do solo, condição recomendada na ocasião do plantio para assegurar o pegamento e o rápido crescimento. É importante remover a embalagem e fazer uma leve pressão com as mãos no solo em torno da muda, evitando-se deixar espaços vazios, e proceder à irrigação, observando as condições de pluviosidade e umidade do solo na ocasião do plantio.

A época mais adequada para realizar o plantio das mudas no campo depende da região e do tipo de muda utilizada. Mudas já enraizadas podem ser plantadas em qualquer época do ano, se houver possibilidade de fazer a irrigação e, para os cultivos não irrigados, a melhor época de plantio é no período das chuvas. No entanto, dependendo da região, deve-se atentar para as altas temperaturas e irradiâncias, pois podem causar queimaduras nas mudas.

As mudas devem ser tutoradas (Figura 5) no momento do plantio. Portanto, é importante que os tutores tenham sido instalados previamente. As plantas das espécies de pitáia necessitam de tutoramento porque são semiepífitas, ou seja, emitem raízes adventícias para fixação no suporte onde crescem. A condução nos plantios comerciais pode ser realizada com mourões de madeira ou postes de alvenaria, que podem ser instalados com 1,5m a 2,0m de altura acima do nível do solo, dependendo do manejo no pomar, sendo distanciados de acordo com o espaçamento de plantio adotado. Dessa forma, o produtor deve adquirir os mourões no tamanho entre 2,2m a 2,7m, para enterrá-los numa profundidade de 60 a 70cm para evitar o tombamento com o peso das plantas e, na extremidade dos mourões, é importante colocar um suporte na horizontal que favoreça o crescimento dos cladódios, que serão responsáveis pela produção.

O material utilizado como suporte depende do sistema escolhido, podendo ser de madeira, alvenaria ou arame (Figura 5), por exemplo. No entanto, a utilização de arame exige o seu revestimento para evitar danos nas brotações, sendo necessário entre dois a quatro fios de arame para formar um tipo de pergolado (Figura 5C).



Figura 5. Plantio de mudas de pitaia. A e B – tutoramento em suporte de madeira e alvenaria no formato de T na Unidade experimental UFVJM, MG (Fotos: Maria do Céu Monteiro da Cruz); C - Tutoramento em suporte de madeira e arames revestido, produtor Taiacu, SP
Foto: Adriana de Castro Correia da Silva

Nos cultivos em áreas planas que se adotam menores espaçamentos entre plantas, o suporte instalado na horizontal pode ser contínuo, ou seja, passar sobre os tutores da mesma linha. É importante escolher um tutor considerando a vida útil do pomar de pitaia e do tutor, e a necessidade de manutenção, pois as plantas são pesadas e podem ser produtivas por muitos anos.

A condução utilizando mourões de madeira pode apresentar menor custo, dependendo da região, entretanto, a durabilidade é reduzida, pois têm sido observados apodrecimento e queda de mourões de madeira tratada após seis e sete anos do plantio, principalmente em pomares irrigados, que mantêm a umidade frequente. A alternativa é a utilização de postes de alvenaria (Figura 5B) para a instalação de pomares, seguindo os cuidados semelhantes. Embora sejam mais onerosos, estes tutores apresentam maior durabilidade. O suporte horizontal neste sistema deve considerar os mesmos critérios em relação à duração.

Outro cuidado importante na ocasião do plantio é a proteção das mudas para evitar a queimadura solar. Isso é importante porque algumas espécies de pitaia são naturalmente sensíveis à alta radiação solar e às altas temperaturas. Além disso, atenção especial deve ser dada às mudas produzidas em ambiente protegido, onde parte da radiação solar é bloqueada com sombrite (entre 30 e 60%). Por isso, ao serem levadas para o plantio no campo, essas mudas podem apresentar queimaduras devido à intensidade dos raios solares. Uma prática que pode ser adotada para evitar problemas e a necessidade de replantio é o pincelamento com cal ou pasta bordalesa para a proteção das mudas (Figura 6). Esta prática proporciona a aclimatização gradual das mudas no campo, uma vez que, com o tempo, a proteção vai saindo enquanto a planta se adapta à maior exposição solar no novo ambiente.



Figura 6. Plantio de mudas de pitaya com aplicação de pasta bordalesa para evitar queimadura. Unidade experimental da UFVJM, em Couto Magalhães de Minas, MG

Foto: Deilson de Almeida Alves

Vale lembrar a importância de se fazer uma inspeção na área, na ocasião da implantação do pomar e após o plantio das mudas, para identificar a presença de formigueiros e adotar medidas preventivas ao ataque de formigas, evitando danos às mudas. Para pequenas áreas é possível utilizar o “chapéu-chinês”, confeccionado com o reaproveitamento de embalagens ou outros materiais que resistam a chuvas, colocado ao redor das plantas, formando uma barreira (Figura 7) para evitar o ataque de formigas nas brotações novas. Manter plantas de cobertura nas entrelinhas e em volta do pomar é uma alternativa de forrageamento para as formigas. É importante adotar medidas integradas, principalmente para grandes áreas (ver capítulo 7).



Figura 7. Plantio de mudas de pitaya com aplicação de pasta bordalesa e “chapéu-chinês”. Unidade experimental da UFVJM, em Couto Magalhães de Minas, MG
Foto: Rodrigo Amato Moreira

5.3 Práticas culturais após-plantio

Após o plantio das mudas, o produtor deve adotar alguns cuidados, nos primeiros anos do pomar, que são fundamentais para a boa formação e o início precoce da produção, como a realização de poda de formação, controle de plantas daninhas na linha de adubação e irrigação, monitoramento de formigas e, dependendo da região, práticas para evitar o estresse térmico e a queima dos cladódios, como sombreamento parcial das plantas, dependendo das condições climáticas do local de cultivo.

5.3.1 Podas para condução das plantas

Nas espécies de pitaia, muitas brotações laterais crescem após o plantio das mudas no campo. De maneira geral, todas as gemas do cladódio podem emitir brotações que, se não forem eliminadas, podem retardar o crescimento do cladódio principal e dificultar as demais práticas de manejo no pomar (Figura 8). Assim, a poda é uma prática de manejo essencial nos pomares de pitaia, pois é uma prática cultural que possibilita alterar o desenvolvimento natural da planta (SCARPARE FILHO et al., 2011).



Figura 8. Plantas sem poda de formação: A – planta com crescimento de cladódios laterais que atrapalham o crescimento do cladódio principal; B - planta formada com a produção de pitaias próximas ao solo, de tamanho pequeno

Fotos: Rodrigo Amato Moreira

A poda das plantas de pitaia é uma prática importante para a condução correta sobre os tutores, manter a sanidade e o vigor e para a qualidade das frutas. A poda de formação, realizada nos dois primeiros anos do pomar, contribui para manter a forma e o tamanho as plantas e a poda de limpeza, realizada nos anos subsequentes, para a manutenção da arquitetura adequada em plantas adultas, reduzindo a incidência de pragas e doenças.

Poda de formação é realizada com o objetivo de eliminar os cladódios mal localizados, que não devem crescer no cladódio principal (Figuras 9A e 9B), proporcionando melhor iluminação e rápido crescimento do cladódio principal, formando uma boa estrutura da planta, deixando-a simétrica e arejada (Figura 9C), o que facilita os tratos culturais e garante maior resistência ao tombamento.



Figura 9. Poda de plantas de pitaia; A e B - poda de brotações laterais que não devem crescer no cladódio principal; C - crescimento de brotações aos seis meses após o plantio que foram conduzidas para formar a copa. Unidade experimental da UFVJM, em Couto Magalhães de Minas, MG

Fotos: Núbia C. Santos

A poda de formação deve ser realizada deixando o cladódio principal com uma brotação na posição apical, que deverá ser conduzida até a parte superior do tutor. Depois que a planta alcançar o suporte horizontal instalado na extremidade do tutor, deve-se deixar os cladódios crescerem acima do sistema de condução (Figura 9C). Os cladódios irão crescer e emitir outras brotações, que serão responsáveis pela produção.

A condução e as podas de cladódios são realizadas conjuntamente nos primeiros meses após o plantio, numa sequência de operações como desbrota, tutoramento e desponte, com o auxílio de uma tesoura de poda e com a amarração do cladódio principal, utilizando-se barbante para evitar o tombamento e a quebra. Todos os cladódios emitidos lateralmente abaixo da trave do mourão devem ser retirados, pois são pouco produtivos e atrapalham o crescimento da planta.

A frequência das podas vai depender da qualidade da muda, das condições edafoclimáticas do local de cultivo, do tipo de solo, do manejo, do espaçamento adotado no plantio e da quantidade de mudas por cova, pois, com o plantio de mudas de boa qualidade, o preparo adequado do solo e a ocorrência de temperaturas adequadas, as plantas crescem rapidamente. Nos primeiros meses após o plantio, as podas semanais ou quinzenais podem ser necessárias e, por isso, o produtor deve observar o crescimento de brotações que precisam ser eliminadas.

Poda de limpeza é realizada com o objetivo de eliminar os cladódios mal posicionados, fracos pelo excesso de produção, excessivamente vigorosos que crescem no sentido vertical e interferem na entrada de luz, com sintomas de doenças ou ataque de pragas. A supressão desses cladódios favorece o arejamento das plantas, a iluminação da copa, mantendo o vigor e sanidade das plantas.

A poda de limpeza é importante porque a densa quantidade de cladódios pode resultar no aumento da incidência de insetos e patógenos que podem causar doenças e reduzir o arejamento a entrada de luz nas plantas. A brotação excessiva, sem o manejo da

poda, pode prejudicar a produção devido à menor luminosidade no interior da copa e ao enfraquecimento dos cladódios mais velhos.

As podas de limpeza, normalmente, são realizadas após o período colheita, pois em algumas regiões do país é a estação que as plantas entram em repouso fisiológico devido à redução das temperaturas. O material podado com sintomas de doenças deve ser retirado da área do pomar para evitar o desenvolvimento ou o acúmulo de patógenos.

Deve-se ressaltar que a poda de limpeza nas espécies de pitaia não tem o objetivo de estimular o florescimento, embora favoreça a luminosidade e a qualidade das frutas pela retirada do excesso de cladódios e por isso alguns a chamam de poda de produção. No entanto, é importante lembrar que as espécies de pitaia não florescem em cladódios novos (da estação), o florescimento ocorre em cladódios a partir de um ano de idade. Assim, a poda de limpeza realizada periodicamente nas plantas, normalmente, estimula a emissão de brotações para a renovação dos cladódios produtivos nos ciclos subsequentes.

Nos dois tipos de poda, formação e limpeza, as ferramentas necessárias são tesoura de poda pequena (comum) e tesoura de poda grande, que é manuseada com as duas mãos (podão), mas podem ser usadas tesouras pneumáticas e serras (SCARPARE FILHO et al., 2011). A tesoura pequena é utilizada para maioria dos cortes em brotações jovens; o podão, para o corte em cladódios mais velhos e para cortes mais altos. As tesouras pneumáticas podem facilitar cortes precisos e com bom rendimento em grandes áreas. O tipo mais adequado vai depender da idade e da posição do cladódio e para o uso correto é necessário que as tesouras estejam em boas condições, com lâminas afiadas e sem folga para se obter cortes mais lisos e com menos esforço. É sempre indicado seguir as recomendações técnicas dos fabricantes e distribuidores em relação ao uso das tesouras.

Em relação à limpeza das tesouras, a forma mais simples é o preparo de uma solução com hipoclorito de sódio (água sanitária) diluída em água, na proporção 1:1 (v:v). Atenção especial se deve ter na poda para a eliminação de cladódios doentes, pois nesses casos, a cada planta, deve-se fazer a limpeza das tesouras para evitar a disseminação de patógenos.

A alternativa para a poda de cladódios mais altos é a utilização de escadas. É importante, ao utilizar a escada, que ela seja de três ou quatro pés para garantir o apoio. Vale ressaltar a necessidade de luvas apropriadas, geralmente as de couro, pois evitam que o podador se machuque com os espinhos e possibilitam a flexibilidade das mãos para a poda.

A eliminação excessiva de cladódios no interior da planta pode prejudicar a produção devido à redução da quantidade de cladódios produtivos, mas deixar de realizar a poda durante vários anos e posteriormente fazê-la de forma drástica pode reduzir a produtividade do pomar. Portanto, ambos são procedimentos que devem ser evitados.

5.3.2 Manejo de plantas daninhas

Nos primeiros anos após a implantação do pomar, a incidência de plantas daninhas na área ocorre intensivamente, devido à correção e ao preparo realizado para o plantio que beneficiam as plantas daninhas que crescem próximas às mudas. Nesta fase pode ocorrer a competição mais importante entre mudas e plantas daninhas, pois, geralmente, as plantas daninhas crescem rapidamente e exploram o volume maior de solo, o que

aumenta a capacidade competitiva pelos recursos água, luz, nutrientes e CO₂, assim como tem sido relatado no cultivo de outras espécies frutíferas.

Por não haver informações sobre os efeitos da competição de plantas daninhas nos pomares de pitaia, atenção especial deve ser dada às plantas daninhas potenciais já identificadas nas áreas de cultivo no Brasil, como também para as espécies forrageiras e plantas utilizadas como adubos verdes, para a melhoria das propriedades do solo e que, normalmente, são deixadas entre as linhas para a cobertura do solo, as quais são competidoras, principalmente na fase inicial de formação do pomar, conforme observado no cultivo de outras espécies que foram introduzidas no país (MARTINS et al., 2015). É importante a escolha das plantas de cobertura considerando a produção de fitomassa e seu potencial de serem hospedeiras de pragas e doenças. O manejo adequado das plantas também é indispensável para que os benefícios sejam aproveitados pelas mudas de pitaia após o plantio no campo.

A competitividade causada pelas plantas daninhas por água, luz e nutrientes torna necessária a recomendação de práticas para o manejo. Nos pomares de pitaia, o manejo deve ser realizado periodicamente para manter a faixa de solo limpa ao longo da linha das plantas, especificamente na área onde se concentra a distribuição das raízes e é realizada a distribuição dos adubos. Dessa forma, deixa-se um raio de, aproximadamente, 0,6m a 1,0m (Figura 10A), dependendo da idade do pomar, livre de plantas daninhas para evitar a competição por água e nutrientes. O manejo no restante da área do pomar pode ser realizado com a roçagem (Figura 10B).



Figura 10. Pomar de pitaia com manejo de plantas daninhas: A - capina num raio de 60 cm a 80 cm em volta das plantas; B - roçagem nas entrelinhas. Unidade experimental da UFVJM em Couto Magalhães de Minas, MG

Fotos: Maria do Céu Monteiro da Cruz

O manejo das plantas entre as linhas pode ser realizado mantendo-se a cobertura vegetal ou com culturas anuais de porte baixo no primeiro ano, em pomares em que o preparo do solo é realizado em área total. A cobertura vegetal nas entrelinhas pode ser mantida nos anos subsequentes, com o plantio de espécies vegetais que produzem uma boa cobertura vegetal, proporcionando a infiltração, a retenção de água no solo e a redução da erosão.

O manejo integrado de plantas daninhas é essencial para a produção agrícola sustentável, permitindo a redução de custos e evitando assim o impacto ambiental negativo. Nos pomares de pitaia instalados no Brasil, este manejo deve ser feito com capinas manuais na projeção da copa, pois não há herbicidas registrados para a capina química e a roçagem pode causar lesões no cladódio principal, tornando-se porta de entrada para patógenos. Atenção maior deve ser dada no primeiro ano após o plantio, tendo em vista que nos anos subsequentes o sombreamento da copa evita o crescimento de plantas daninhas e reduz a competição.

Deixar a área totalmente limpa, sem vegetação, não é recomendável, pois o solo ficará mais propenso à erosão e à compactação, com menor infiltração de água, maior evaporação e maior variação de temperaturas durante o dia e a noite, enquanto a manutenção do solo coberto (*mulching*) reduz a incidência de plantas daninhas na área e próximo às plantas. Além disso, a roçagem do material serve de cobertura morta que, ao se decompor, aumenta a matéria orgânica e melhora as propriedades físicas do solo, conforme tem sido observado nos pomares de outras espécies frutíferas (FIDALSKI et al., 2009)

A escolha do sistema de manejo depende de aspectos relativos à definição do espaçamento, da textura, da estrutura e da topografia do solo, das condições do clima, como a incidência de chuvas e temperaturas e dos custos operacionais e dos equipamentos disponíveis.

5.3.3 Irrigação

As espécies de pitaia apresentam o metabolismo ácido das crassuláceas (CAM), o que permite a sobrevivência destas espécies em locais com baixa disponibilidade hídrica, em função da alta eficiência do uso da água. Isso ocorre porque sob condições de baixo déficit de pressão de vapor entre a planta e o ambiente elas abrem os estômatos à noite para a captura inicial do CO₂ e de características anatômicas que minimizam a perda de água: cutículas espessas, espinhos, células grandes e vacúolos com maior capacidade de armazenamento de água (suculência) e tamanho e/ou frequência de estomáticos reduzidos (MIZRAHI et al., 2007). Entretanto, sob condições restritas de água, o acúmulo de matéria seca é baixo, devido à limitação no crescimento (WANG et al., 2019).

No cultivo comercial, dependendo das condições climáticas da região, como o índice pluviométrico e a distribuição das chuvas, é necessário suprir a necessidade de água e nutrientes que estimulam a alteração do metabolismo, promovendo produtividades satisfatórias.

Nas condições desérticas de Israel os produtores usam irrigação no regime de 120mm ao ano e alcançam rendimentos de 30t a 40t por hectare (MIZRAHI et al., 2007). A

estratégia adotada é que a irrigação seja diária com uma pequena quantidade de água; caso contrário, pode ocorrer a drenagem livre da água do solo, pois em solos arenosos ocorre infiltração mais rápida e pouca retenção da água devido ao predomínio de macroporos. A irrigação é necessária apenas durante a estação seca. Assim, dependendo da duração da estação, os produtores aplicam entre 50mm e 250mm de água anualmente (MIZRAHI, 2014).

No Brasil não foram publicadas, até o momento, informações relacionadas à lâmina de água e ao turno de rega para a irrigação dos pomares. Isso porque os dados sobre o consumo de água, ou seja, sobre a evapotranspiração da cultura (ETc) e o coeficiente da cultura (Kc) não são conhecidos. Entretanto, as pesquisas em regiões de clima tropical, onde a média mensal de precipitação varia de 116mm a 210mm na estação chuvosa (entre o verão e início do outono), tem-se cultivado com a irrigação complementar de 13L planta⁻¹ semana⁻¹, com turno de rega em dias alternados e, após o primeiro ano de implantação, de aproximadamente 4,3L diariamente (OLIVEIRA, 2019; MACHADO, 2019), ou seja, uma lâmina de água de 2,2mm a 5mm por semana.

A irrigação complementar pode ser imprescindível, dependendo da distribuição de chuvas na região de cultivo, na fase de implantação e nas épocas de adubação do pomar, visando à uniformidade de produção, ou à produção em épocas estratégicas. Caso o plantio for realizado em épocas que haja períodos de falta de chuvas, a irrigação pós-plantio é fundamental, pois ela aumenta o contato do solo com o sistema radicular da planta, estimula o crescimento e proporciona condições favoráveis para a realização da adubação de crescimento, conforme apresentado no capítulo 6. Geralmente, o estabelecimento do sistema de irrigação é realizado por ocasião da implantação do pomar, quando, no planejamento, é identificada a necessidade de irrigação.

A necessidade de irrigação é determinada a partir das condições climáticas, do tipo de solo e do local de cultivo. Em pomares de pitáia uma forma de reduzir os custos com irrigação é adicionar ou favorecer a produção de matéria orgânica para o solo. A matéria orgânica aumenta o armazenamento da água facilmente disponível no solo, além de melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do solo. É importante que a umidade do solo seja monitorada a partir da instalação de tensiômetros ou sensores de umidade, para monitorar a tensão da água e a umidade no solo e definir o turno de rega, conforme é praticado na irrigação de outras espécies frutíferas.

Nas condições climáticas de algumas regiões brasileiras, a irrigação pode ser considerada um insumo importante para garantir a produtividade e a qualidade das pitaias, pois é comum acontecerem períodos de estiagem prolongados, durante alguns meses do ano, mesmo nas regiões em que ocorrem mais de 1.000mm de chuvas. As perdas mais comuns ocasionadas pela falta de umidade do solo no período de frutificação são diminuição do tamanho e rachaduras nas frutas, provocando a redução da absorção de nutrientes do solo, o abortamento de flores e a limitação do crescimento vegetativo.

Atualmente, os sistemas de irrigação disponíveis permitem a elaboração de projetos eficientes com economia hídrica. Eles permitem inclusive que sejam aplicados os fertilizantes através da água de irrigação, a chamada fertirrigação. Isso ajuda a reduzir os custos e deve ser considerado no momento do planejamento do pomar e pode auxiliar na decisão de instalar um sistema de irrigação no pomar.

Os sistemas de irrigação localizados são os mais recomendados para espécies frutíferas, devido aos espaçamentos maiores adotados no cultivo. Nos pomares, os sistemas de irrigação por gotejamento e microaspersão são os mais utilizados. O gotejamento é considerado um sistema moderno e eficiente que promove a disponibilização frequente de água em um volume de solo limitado, com um consumo inferior a qualquer outro sistema e pode ser associado à fertirrigação. Este sistema de irrigação busca distribuir a água na zona efetiva do sistema radicular, o que reduz o desperdício de água e diminui o crescimento de plantas daninhas nas entrelinhas, facilitando o manejo. No entanto, o dimensionamento e a instalação devem ser feitos por técnicos especializados, pois a umidade excessiva do solo pode favorecer o desenvolvimento de doenças bacterianas e fúngicas.

5.3.4 Sombreamento

As espécies de pitiaia apresentam distribuição neotropical (ORTIZ-HERNÁNDEZ & CARRILLO-SALAZAR, 2012), ou seja, estão presentes em ambientes distintos, desde regiões áridas até florestas tropicais, onde as plantas crescem sombreadas. Por esta razão, algumas espécies, ao serem cultivadas comercialmente, podem sofrer estresse térmico ao serem expostas à alta radiação solar e a temperaturas elevadas, condições climáticas que prevalecem em algumas regiões brasileiras.

As espécies encontradas em florestas tropicais da América crescem sob irradiância de $500\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (MIZRAHI & NERD, 1999). No Brasil, algumas regiões podem apresentar radiação fotossinteticamente ativa acima de $1.000\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, na maior parte do ano (OLIVEIRA, 2019). Diante dessas diferenças, o cultivo com sombreamento parcial é uma alternativa para produtores nessas regiões, dependendo da espécie de pitiaia, tendo em vista que há variação na sensibilidade entre espécies.

Cabe destacar que a prática de sombreamento exige cautela e é necessária uma avaliação das condições climáticas do local de cultivo, tolerância das espécies que se pretende cultivar e a intensidade do sistema de sombreamento, pois, em outros países, situações distintas relacionadas a queimaduras nos cladódios em espécies do gênero *Selenicereus* têm sido relatadas, sendo observada a morte da planta em função da intensidade de radiação em cultivos sem proteção (MIZRAHI & NERD, 1999). Por outro lado, em outras espécies, a exemplo da *Stenocereus* sp., o cultivo sob condições de sombreamento não foi bem sucedido, devido à ausência de produção (ROBLES et al., 2000).

A alta intensidade luminosa predispõe as plantas a danos, devido às mudanças na estrutura das proteínas e à geração de espécies reativas de oxigênio, pois, sob condições severas de estresse, os mecanismos de proteção são insuficientes e por isso as plantas podem apresentar injúrias severas (WAHID et al., 2007).

As espécies *Selenicereus undatus* e *Selenicereus megalanthus* são sensíveis ao estresse causado por altas temperaturas, acima de 40°C (ZUTTA et al., 2011), com redução significativa na eficiência quântica máxima do fotossistema II e danos visíveis nos cladódios, que se tornam marrons e se liquefazem (MIZRAHI & NERD, 1999; NOBEL & LA BARRERA, 2004), sendo, portanto, espécies que toleram o sombreamento parcial, com aumento na taxa fotossintética (ANDRADE et al., 2006).

O sombreamento pode ser realizado com telas coloridas que bloqueiam parcialmente a radiação e são comercialmente chamadas de sombrites (Figura 11). Porém, deve-se atentar para a necessidade de cobertura e a intensidade de sombreamento a que as plantas serão submetidas, pois existem telas que proporcionam diferentes percentuais de sombra.



Figura 11. Estrutura com tela “sombrite” para reduzir a radiação solar em Fortaleza, Ceará

Foto: Unidade experimental da UFC

É importante ressaltar que a luz é essencial para o crescimento das plantas, não só para a fotossíntese, mas também por gerar estímulos que regulam seu desenvolvimento reprodutivo. Dessa forma, alterar os níveis de luminosidade aos quais uma espécie está adaptada pode levar a diferentes respostas fisiológicas e produtivas das espécies de pitaia.

A escolha do tipo de tela depende da espécie e do local de cultivo. O sombreamento com bloqueio de 30% da radiação no cultivo da espécie *Hylocereus polyrhizus*, nas condições climáticas de deserto em Israel, tem favorecido o crescimento e a produção de frutas (MIZRAHI & NERD, 1999). No Brasil, o percentual de sombreamento tem sido variável (CAVALCANTE et al., 2011; ALMEIDA et al., 2018; OLIVEIRA, 2019), dependendo das condições climáticas do local de cultivo.

Na Região Nordeste do Brasil têm sido observadas, em pomares comerciais de pitaiá, plantas com cladódios amarelados, principalmente nas épocas mais quentes do ano (ALMEIDA et al., 2018, OLIVEIRA, 2019). Pesquisas avaliando a prática de sombreamento no cultivo de *Selenicereus* spp. têm demonstrado resultados satisfatórios. No Piauí, o uso de cobertura de, no mínimo, 50% contra a incidência direta do sol tem favorecido o crescimento das plantas no período inicial no campo (CAVALCANTE et al., 2011). Nas condições climáticas de Fortaleza, no Ceará, com interceptação de cerca de 35% da radiação foram observados precocidade produtiva, aumento no número de frutas por planta, na massa média das frutas e na produtividade de 171%, em comparação com o cultivo a pleno sol, quando as plantas ficaram expostas à alta intensidade luminosa (OLIVEIRA, 2019). De acordo com esta autora, com o sombreamento parcial, as plantas apresentaram incremento do teor de pigmentos fotossintéticos, como clorofila *a* e *b* e clorofila total.

Os resultados satisfatórios ao sombreamento parcial são relacionados à redução da temperatura ambiente que pode diminuir de 3°C a 5°C (ANDRADE et al., 2006). Assim, a interceptação da radiação em regiões de clima quente favorece a eficiência na captação luminosa para o processo fotossintético e a translocação de fotoassimilados entre a fonte e os drenos (ALMEIDA et al., 2018; OLIVEIRA, 2019).

Na Região Sudeste do país, as temperaturas mais altas ao longo do ano ocorrem nas estações primavera-verão, mas com a frequente formação de nuvens, por serem as estações de maior índice pluviométrico, não sendo observada a queima de cladódios, possivelmente pela nebulosidade natural. Por outro lado, no outono-inverno, quando a precipitação diminui na região, a exposição das plantas à radiação solar conseqüentemente aumenta. Nessas estações, plantas das espécies *S. megalanthus*, *S. undatus* e *H. polyrhizus* cultivadas a pleno sol têm apresentado amarelecimento dos cladódios. Dessa forma, os pomares instalados no Sul e Sudeste do Brasil demonstram mais estresse com a exposição às altas irradiâncias, mesmo sendo épocas em que as temperaturas médias são mais baixas, diferentemente do que ocorre nas regiões áridas, onde temperaturas elevadas ocorrem simultaneamente na época das altas irradiâncias. Entretanto, possíveis prejuízos decorrentes dessas variações sobre os processos fisiológicos das plantas e produtividade ainda precisam ser avaliados nestas regiões.

Na primavera-verão os dias se tornam mais longos e as temperaturas mais elevadas no Sudeste do país, quando as plantas iniciam o florescimento e a frutificação, demonstrando a importância da luminosidade adequada para cultivo das espécies de pitaiá. Nessas estações, as mudanças observadas no aspecto visual das plantas, após o amarelecimento observado no outono-inverno, mostram que a qualidade da luz é muito importante (intensidade). Esses indícios apontam a necessidade de pesquisas para avaliar o desenvolvimento adequado em plantas cultivadas, buscando estratégias eficientes de proteção, sob condições de estresse luminoso.

Em regiões de clima tropical, com a ocorrência de altas irradiâncias e temperaturas, geralmente em locais com altitudes abaixo de 500m, as plantas de pitaiá podem sofrer estresse térmico, apresentando amarelecimento e queima dos cladódios, danos no aparelho fotossintético, redução do crescimento, da floração, da frutificação e da qualidade dos frutos (OLIVEIRA et al., 2019).

Futuramente, alternativas podem ser apresentadas a partir de resultados de melhoramento genético. Pesquisas iniciadas em Israel investigam o grau de tolerância ao calor em três espécies de pitaias, *S. undatus* e *S. monacanthus*, e *S. megalanthus*, e nove de seus híbridos interespecíficos, avaliando o efeito do estresse térmico na fotossíntese ou em outros processos fisiológicos e bioquímicos. Os resultados têm mostrado que a maioria dos híbridos apresenta desempenho melhor que suas espécies parentais sob estresse térmico (OLIVEIRA et al., 2020). Estes resultados são promissores, pois cultivares adaptados para o cultivo em regiões quentes podem ser lançados.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E.I.; CORRÊA, M.C.M.; MESQUITA, R.O; QUEIROZ, R.F.; CAJAZEIRA, J.P.; VEREZZA, F.F. Growth and gas exchanges of red pitaya under different shading conditions. **Brazilian Journal of Agricultural Sciences/Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.13, n. 3, 2018. DOI 0.5039/agraria.v13i3a5554

ANDRADE, J.L.; RENGIFO, E.; RICALDE, M.F.; SIMÁ, J.L.; CERVERA, J.C.; SOTO, G.V. Microambientes de luz, crecimiento y fotosíntesis de la pitahaya (*Hylocereus* sp.) en un agrosistema de Yucatán, México. **Agrociencia**, v. 40, n. 6, p.687-97, 2006.

AULER, P.A.M.; FIDALSKI, J.; PAVAN, M.A.; NEVES, C.S.V.J. Produção de laranja 'Pêra' em sistemas de preparo de solo e manejo nas entrelinhas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.363-374, 2008. DOI: 10.1590/S0100-06832008000100034

BATTANY, M. C. Vineyard frost protection with upward-blowing wind machines. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 157, p. 39-48. 2012. DOI: 10.1016/j.agrformet.2012.01.009

BEY-MARSHALL, V.; HERRERA, J.; SANTIBEZ, F.; FICHET, T. Microclimate modification under the effect of stationary and portable wind machines. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 269–270, p. 351–363. 2019. DOI: 10.1016/j.agrformet.2019.01.042.

CAVALCANTE, Í.H.L.; MARTINS, A.B.G.; SILVA JÚNIOR, G.B.; ROCHA, L.F.; FALCÃO NETO, R.; CAVALCANTE, L.F. Adubação orgânica e intensidade luminosa no crescimento e desenvolvimento inicial da pitaya em Bom Jesus-PI. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 970-982, 2011. DOI 10.1590/S0100-29452011005000086

CFSEMG - Comissão de Fertilidade do Solo do estado de Minas Gerais - 5ª Aproximação. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Eds.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: CFSEMG, 1999. p.87-92.

CQFSRS/SC - Comissão de Química e Fertilidade do Solo/Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **Manual de adubação e calagem dos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**, 11ª ed. Porto Alegre. 2016. 376 p.

CRANE, J.H.; BALERDI, C.F. **The pitaya (*Hylocereus undatus* and other spp.) in Florida**. Tropical Research and Education Center, University of Florida, Homestead 18 Nov. 2011, 2005.

FACHINELLO, J.C.; NACHTIGAL, J.C.; KERSTEN, E. Instalação de pomares, In: _____ **Fruticultura: fundamentos e práticas**. Pelotas: Editora FAEM/UFPEL. 2008, p. 31-53.

- FERNANDES, D.R.; MOREIRA, R.A.; CRUZ, M.C.M.; RABELO, J.M.; OLIVEIRA, J. Improvement of production and fruit quality of pitayas with potassium fertilization. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 40, p. 1-9. 2018. DOI 0.4025/actasciagron.v40i1.35290
- FIDALSKI, J.; BARBOSA, G.M.C.; AULER, P.A.M.; PAVAN, M.A.; BERALDO, J.M.G. Qualidade física do solo sob sistemas de preparo e cobertura morta em pomar de laranja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 44, n. 1. p. 76-83. 2009. DOI: 10.1590/S0100-204X2009000100011
- GUNASENA, H.P.M.; PUSHPAKUMARA, D.K.N.G.; KARIYAWASAM, M. Dragon fruit *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton and Rose: Field manual for extension workers. **Sri Lanka Council Agr Policy**, Wijerama Mawatha Colombo, Sri Lanka, 2006.
- HEUSINKVELD, V.W.J.; ANTOON VAN HOOFT, J.; SCHILPEROORT, B., BAAS, P.; VELDHUIS, M.C.T.; WIEL, B.J.H.V. Towards a physics-based understanding of fruit frost protection using wind machines. **Agricultural and Forest Meteorology**, n. 107868, v. 282-283, p. 1-15, 2020. DOI: 0.1016/j.agrformet.2019.107868
- LONE, A.B.; BELTRAME, A.B.; SILVA, D.A.; GUIMARÃES, G.G.F.; HARO, M.M.; MARTINS, R.S. **Cultivo de pitaia**. Florianópolis, 2020. 44p. (Epagri. Boletim Técnico, 196)
- LONE, A.B.; TAKAHASHI, L.S.A.; FARIA, R.T. Influência dos diferentes tipos de pólen sobre a qualidade do fruto de pitaia. **Agropecuária Catarinense**, v.30, p.51-53, 2017.
- MACHADO, F.G.A. **Densidades de plantio e ciclos de cultivo na produção e qualidade de frutos e fenologia reprodutiva da pitaia vermelha**. 2019. 97p. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- 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**, Santa Maria, v. 41, n. 6, p. 984-987, 2011. DOI: 10.1590/S0103-84782011005000071
- MARQUES, V.B.; RAMOS, J.D.; ARAÚJO, N.A.; MOREIRA, R.A. Custo de produção e rentabilidade na cultura da pitaia sob o efeito de adubação orgânica. **Científica**, v.40, n.2, p.138-149, 2012.
- MARTINS, L.M.; CRUZ, M.C.M.; OLIVEIRA, A.F.; FAGUNDES, M.C.P.; SANTOS, J.B. Crescimento inicial de mudas de oliveira em competição com plantas daninhas. **Agrarian**, v. 8, p. 124-132, 2015.
- MIZRAHI, Y. Vine-cacti pitayas: the new crops of the world. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 1, p. 124-138, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-2945-452/13>

MIZRAHI, Y.; NERD, A. Climbing and columnar cacti: new arid land fruit crops. **Horticulture**, 82, 13., 1999.

MIZRAHI, Y.; NERD, A.; NOBEL, P.S. Cacti as crops. **Horticultural Reviews**, v.18, p. 291-320, 1997.

MIZRAHI, Y.; RAVEH, E.; YOSSOV, E.; NERD, A.; BEN-ASHER, J. New fruit crops with high water use efficiency. Issues in **New Crops and New Uses**. ASHS Press, Alexandria, VA. p, 378-384, 2007.

NASCIMENTO, M.B.; BELLÉ, C.; AZAMBUJA, R.M.; MAICH, S.L.P.; NEVES, C.G.; SOUZA-JUNIOR, I.T.; JACOBSEN, C.R.F.; BARROS, D.R. First report of *Colletotrichum karstii* causing anthracnose spot on pitaya (*Hylocereus undatus*) in Brazil. **Plant Disease**, v.103, n.8, p.2137-2137, 2019. DOI: doi.org/10.1094/PDIS-02-19-0400-PDN

NERD, A.; SITRIT, Y.; KAUSHIK, R.A.; MIZRAHI, Y. High summer temperatures inhibit flowering in vine pitaya crops (*Hylocereus spp.*). **Scientia Horticulturae**, v 96 p. 343-350, 2002. DOI: 10.1016/S0304-4238(02)00093-6

NOBEL, P.S., DE LA BARRERA, E. CO₂ uptake by the cultivated hemiepiphytic cactus, *Hylocereus undatus*. **Annals of Applied Biology**, v. 144, p. 1-16. 2004. DOI 10.1111/j.1744-7348.2004.tb00310.x

OLIVEIRA, M.M.T. **Sombreamento na fisiologia, produção e qualidade e efeito da temperatura nos aspectos moleculares da pitaia**. 2019. 119f. il. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), Fortaleza, 2019.

OLIVEIRA, M.M.T.; SHUHUA, L.; KUMBHA S.D.; ZURGIL, U.; RAVEH, E.; TEL-ZUR N. Performance of *Hylocereus* (Cactaceae) species and interspecific hybrids under high-temperature stress. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.153, p. 30-39, 2020. DOI: 10.1016/j.plaphy.2020.04.044

ORTIZ-HERNÁNDEZ, Y.D.; CARRILLO-SALAZAR, J.A. Pitahaya (*Hylocereus spp.*): a short review. **Comunicata Scientiae**, v. 3, n. 4, p.220-237, 2012. DOI 10.14295/cs.v3i4.334

RABELO, J.M.; CRUZ, M.C.M.; SANTOS, N.; ALVES, D.A.; LIMA, J.E.; SILVA, E.B. Increase of nutrients export and production of pitaya whit potassium fertilization, **Comunicata Scientiae**, v.11: e3276, 2020. DOI: 10.14295/cs.v11i0.3276

RAIJ, B.V.; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendação de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo**. 2 ed. Campinas, Instituto Agrônômico e Fundação IAC, 1996. 285p. (Boletim técnico 100).

ROBLES, J.R.S.; BAUTISTA, R.O.; CRUZ, F.R.; ZAVALA, J.R.; RIVAS, C.O.; FLORES, H.P.; TRUEBA, L.A.C. Producción y comercialización de pitahayas en México. **Aserca**, v. 1, p.3-22, 2000.

SANTIAGO, A.D.; ROSSETTO, R. **Preparo convencional**. Brasília, DF, 2007. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_84_22122006154841.html. Acesso em: 26 agosto 2020.

SARMENTO, J.D.A. **Qualidade, compostos bioativos e conservação da pitaiá (*Hylocereus polyrhizus*) no semiárido brasileiro**. 2017. 145. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN.

SCARPARE FILHO, J.A.; SILVA, S.R.; MEDINA, R.B. **Poda de árvores frutíferas**. Piracicaba, SP: USP/ESALQ/Casa do Produtor Rural, 2011. 54 p.

SILVA, A.C.C.; CAVALLARI, L.L.; SABIÃO, R.R.; MARTINS, A.B.G. Fenologia reprodutiva da pitaya vermelha em Jaboticabal, SP. **Ciência Rural**, v. 45, n. 4, p. 585-590, 2015. DOI: 10.1590/0103-8478cr20120403

TEL-ZUR, N. Vine cacti (*Hylocereus* species): an emerging fruit crop. **Italus Hortus** 24, 19-24, 2017. DOI: 10.26353 / j.itahorV2017.2.1924.

WAHID, A.; GELANI, S.; ASHRAF, M.; FOOLAD, M.R. Heat tolerance in plants: An overview. **Environmental and Experimental Botany**, v. 61, p. 199–223, 2007. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2007.05.011

WANG, L.; ZHANG, X.; MA, Y.; QING, Y.; WANG, H.; HUAN, X. The highly drought-tolerant pitaya (*Hylocereus undatus*) is a non-facultative CAM plant under both well-watered and drought conditions. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 94, n. 5, p. 643-652, 2019. DOI: 10.1080/14620316.2019.1595747

ZUTTA, B.R.; NOBEL, P.S.; ARAMIANS, A.M.; SAHAGHIAN, A. Low- and high-temperature tolerance and acclimation for chlorenchyma versus meristem of the cultivated cacti *Nopalea cochenillifera*, *Opuntia robusta*, and *Selenicereus megalanthus*. **Journal of Botany**, v. 2011, p. 1- 6. 2011. DOI 0.1155/2011/347168

6 Calagem, adubação e nutrição das plantas

Introdução

**Enilson de Barros Silva, Maria do Céu Monteiro da Cruz,
Eduardo César Medeiros Saldanha**

O cultivo de espécies pitaia tem aumentado no Brasil e, com isso, produtores buscam por informações relacionadas ao manejo do pomar. Informações, principalmente relacionadas à adubação e nutrição são importantes para o crescimento, a produtividade das plantas e a qualidade dos frutos, visando atender às exigências dos consumidores.

A calagem e a adubação adequadas são essenciais para a disponibilização de nutrientes a plantas frutíferas perenes, como as espécies de pitaia. Dessa forma, os produtores devem fornecer, anualmente, a quantidade correta de nutrientes para obter resultados satisfatórios em relação ao crescimento vegetativo, à produção e à qualidade das pitaias. A calagem e a adubação devem ser realizadas visando à utilização técnica dos insumos e à melhoria da relação custo-benefício pelo aumento de produtividade (NATALE et al., 2012).

No Brasil, as plantas de pitaia são consideradas rústicas, pois pertencem à família das *cactáceas* e crescem em condições diversas de clima e solo. No cultivo para fins comerciais, a nutrição adequada é fundamental, pois, mesmo que espécies de pitaia tolerem a variação edafoclimática ampla, elas requerem o suprimento de nutrientes de forma equilibrada para crescer e produzir satisfatoriamente.

As informações atualmente existentes para definição da necessidade de calagem e adubação nos pomares de pitaia são incipientes. Diante disso, neste capítulo, são apresentadas, com base nas experiências dos grupos de pesquisa que vêm estudando o manejo da adubação, as informações disponíveis sobre calagem, adubação e nutrição de plantas para o cultivo no Brasil.

6.1 Acúmulo de nutrientes

As espécies apresentam necessidades nutricionais distintas que representam as quantidades de nutrientes que as plantas retiram do solo para atender a todas as fases de seu desenvolvimento e expressar colheitas de máxima eficiência econômica. Por isso, informações relacionadas à sequência de acúmulo de nutrientes são importantes para avaliar o requerimento pelas plantas (MALAVOLTA, 2006).

Em relação às espécies de pitaia, as pesquisas têm demonstrado que a ordem de acúmulo de alguns nutrientes tem sido variável em função da espécie, do solo e do manejo. No entanto, o potássio (K) é um dos mais demandados pelas plantas durante as fases de crescimento e produção (MOREIRA et al., 2016; LIMA et al., 2019; RABELO et al., 2020a).

Na fase de crescimento inicial, o K é o macronutriente mais acumulado na parte aérea da espécie *Selenicereus undatus*, seguido de N>Ca>S>Mg>P e, entre os micronutrientes, o Mn, foi o mais acumulado, seguido pelo Fe>Zn>B≥Cu, no cultivo em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, com a realização de calagem para elevar a saturação por bases para

60% (MOREIRA et al., 2016). No cultivo da espécie *Hylocereus polyrhizus* em Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico, com a calagem para elevar a saturação por bases para 70%, o acúmulo observado na parte aérea foi $K > Ca > N > P > Mg > S$, entre os macronutrientes e $Zn > Mn > Fe > B > Cu$, entre micronutrientes (LIMA et al., 2019).

Na fase produtiva, a exportação de nutrientes pelas espécies *S. undatus* e *H. polyrhizus* tem sido observada na seguinte ordem: $K > N > P > Ca > Mg > Mn > Fe > Cu > Zn > B$ (RABELO et al., 2020a), em condições de campo (terceiro e quarto ciclos de produção) e $K > N > P = Mg > Ca > S > Zn > B > Fe > Mn > Cu$ (LIMA et al., 2019), em condições controladas (primeiro ciclo de produção) e a complementação da adubação com micronutrientes no plantio, incluindo B com Zn.

Considerando que o K é um dos macronutrientes mais exigidos pelas espécies de pitaita, a sua deficiência resulta em redução do crescimento, da produção e da qualidade, principalmente no teor de açúcares dos frutos (FERNANDES et al., 2018; LIMA et al., 2019, RABELO et al., 2020b). O K apresenta múltiplas funções na planta, entre as quais estão o controle no processo de abertura e fechamento de estômatos, respiração celular, osmorregulação, extensão celular e o balanço de cátions e ânions que atuam como ativadores enzimáticos de processos responsáveis pela síntese e a degradação de compostos orgânicos (MALAVOLTA, 2006). Por isso, é um nutriente importante para a fotossíntese, a formação e a renovação do sistema radicular, a utilização da água e a resistência das plantas a doenças e a condições de frio e seca. Além disso, o K tem se destacado como o macronutriente que mais contribui para a melhoria na qualidade das pitaitas (RABELO et al., 2020b). Isso ocorre porque ele é fundamental em processos metabólicos, como a síntese de proteínas e açúcares, e é o responsável pelo transporte de açúcares e carboidratos produzidos pela fotossíntese para os frutos (MALAVOLTA, 2006).

Considerando que a maioria dos solos tropicais é caracterizada por apresentar baixas concentrações de K, e que ele é o principal nutriente que as plantas acumulam na parte aérea e exportam para os frutos, a adubação potássica é necessária nesses solos, assim como a reposição anual, ao final de cada ciclo de produção, pois, com a colheita, altas quantidades de K são retiradas.

O N e o Ca, depois do K, são os macronutrientes mais exigidos pelas espécies de pitaita. O N estimula a produção de raízes e brotos, sendo necessária a adubação nitrogenada nas fases de crescimento vegetativo (LUDERS & MCMAHON, 2006, ALMEIDA et al., 2014).

O N está presente nos solos, principalmente na forma orgânica e, quando a mineralização da matéria orgânica não atende as demandas das plantas, é necessária a complementação mineral. As pesquisas iniciais têm demonstrado que a baixa disponibilidade de N limita o crescimento das plantas e a produção, influenciando a produção de matéria seca dos cladódios e das raízes, a emissão de novos cladódios, o comprimento dos cladódios formados, a produtividade e o tamanho dos frutos (ALMEIDA et al., 2014, ALVES et al., 2021).

A disponibilidade adequada de Ca na solução do solo aumenta a concentração desse nutriente nas flores, favorece a germinação do grão de pólen e o crescimento do tubo polínico, evitando o abortamento de flores. Além disso, ele atua na formação da parede celular, constituindo os pectatos de Ca e, por isso, aumenta a resistência a pragas

e doenças, evitando, também, as rachaduras que podem ocorrer nos frutos. No entanto, a redistribuição de Ca a partir dos cladódios para os frutos é baixa, devido a sua reduzida mobilidade no floema das plantas (MALAVOLTA, 2006), o que torna importante que haja adequada disponibilidade no solo e suprimento para as plantas.

A maneira adequada de atender no cultivo de pitaia a exigência de Ca, juntamente com o Mg, é a realização de calagem com calcário (REIS et al., 2020), além da aplicação de fertilizantes solúveis com fontes de Ca e Mg, em situações que demandam o suprimento de forma rápida.

O acúmulo de P, Mg e S na parte aérea das plantas de pitaia fica entre os últimos macronutrientes (MOREIRA et al., 2016; LIMA et al., 2019). Isso acontece porque o P é um dos macronutrientes primários menos exigidos pelas plantas, em termos quantitativos (MALAVOLTA, 2006). No entanto, há predominância de solos pedologicamente desenvolvidos e intemperizados no território brasileiro, que normalmente apresentam baixos teores de P, limitando o desenvolvimento das plantas. Assim, o fornecimento é fundamental para o desenvolvimento das plantas, favorecendo a formação do sistema radicular nas fases iniciais e dos frutos durante a fase reprodutiva (LIMA et al., 2019; RABELO et al., 2020a). Por esta razão, quando o cultivo é realizado em solos que apresentam baixos teores de P ocorre redução do crescimento, há atraso no início do florescimento e o número de frutos tende a ser menor. A baixa disponibilidade de Mg e S compromete diferentes funções, dentre as quais se destacam a participação do Mg na formação da molécula da clorofila, na formação de açúcares e lipídeos, funcionando como “carregador” do P nas membranas celulares e, também, no auxílio na absorção de outros nutrientes e o papel fundamental do S no crescimento vegetativo e na frutificação das plantas (MALAVOLTA, 2006).

Em relação aos micronutrientes, a ordem de acúmulo pode ocorrer de forma diferente entre as espécies de pitaia, devido às diferenças genéticas e às condições de cultivo. A diferença na ordem $Mn > Fe > Cu > Zn > B$ (RABELO et al., 2020a) e $Zn > B > Fe > Mn > Cu$ (LIMA et al., 2019) evidencia a disponibilidade distinta em função do tipo de solo e do manejo da adubação. Destaca-se que, entre as diferenças, o manejo da adubação com Zn, proposto por Corrêa et al. (2014), demonstra que o Zn é um dos micronutrientes mais demandados. Dessa forma, a avaliação dos teores de Zn e B para o cultivo da pitaia faz-se necessária, pois esses micronutrientes são os mais deficientes nos solos brasileiros e a deficiência deles é muito comum nas plantas (FAGERIA & MOREIRA, 2011). Isso se deve ao fato de o Zn ser requerido em muitos processos enzimáticos e de B estar no grupo de nutrientes com funções estruturais, com papel no alongamento celular e nas respostas hormonais durante as fases de florescimento e frutificação. Dessa forma, justifica-se a necessidade de estudos mais específicos sobre a nutrição das espécies de pitaia e o acúmulo de nutrientes, para fins de definição da marcha de absorção de nutrientes, especialmente em pomares em fase produtiva.

6.2 Calagem

A correção do solo com a realização de calagem favorece o crescimento das plantas, devido à elevação do pH, à neutralização dos efeitos tóxicos de alumínio e manganês e à disponibilização de nutrientes (RAIJ, 2011). Por isso é considerada uma prática de manejo essencial para ganhos de produtividade nos solos brasileiros, que deve ser realizada

previamente à implantação dos pomares de pitaia e, periodicamente, em pomares já implantados, quando identificada a sua necessidade.

A acidez do solo é um dos fatores que mais interferem na produtividade de espécies tropicais (NATALE et al., 2012). A maioria dos solos brasileiros é ácida, devido à falta de alguns elementos químicos nas rochas de origem e às condições climáticas, como as altas temperaturas e a precipitação. Os processos de lixiviação de cátions, principalmente Ca^{2+} e Mg^{2+} , permitem que o complexo de troca catiônica do solo seja dominado por íons H^+ e Al^{3+} , resultando em toxicidade do solo para as plantas (MIJANGOS et al., 2010).

No cultivo de espécies frutíferas em solos ácidos e pobres em nutrientes é fundamental a realização de calagem. Além da correção, a calagem promove a elevação das concentrações de Ca^{2+} e Mg^{2+} no solo, pois esses nutrientes fazem parte da constituição de calcários.

As espécies de pitaia têm sido cultivadas em diversos tipos de solo, com pH na faixa de 5,5 a 6,5 em outros países produtores (MIZRAHI et al., 1997; GUNASENA et al., 2007). No entanto, na China, os cultivos em solos na faixa ácida ($\text{pH} < 5,0$) têm apresentado redução na disponibilidade de nutrientes como o N para as plantas com o passar dos anos de cultivo, além de elevados teores de Zn e Fe (HUANG et al., 2017).

No Brasil, uma pesquisa realizada para determinar a necessidade de calagem em Neossolo Quartzarênico e Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico com pH entre 5,3 e 5,4, considerando o método da saturação por bases, evidenciou que a faixa ideal para o cultivo de espécies de pitaia (*S. undatus* e *H. polyrhizus*) é entre 6,6 e 7,0 (REIS et al., 2020). De acordo com estes autores, além do pH, o crescimento é favorecido quando a saturação de alumínio no solo está entre 13% e 16%, a saturação por bases em 70% e o requerimento de cálcio e magnésio em $2,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, em média. É importante que a calagem para atender às exigências das espécies de pitaia seja realizada de acordo com os atributos químicos de cada tipo de solo.

Os métodos de saturação por bases, de neutralização de alumínio e o pH do solo pelo índice SMP são critérios utilizados para corrigir a acidez do solo estabelecidos pelos manuais de adubação e calagem das principais regiões produtoras no Brasil (CFSEMG, 1999; RAIJ et al., 1996; CQFS-RS/SC, 2016).

A necessidade de calagem (NC) e a dose de calcário a ser recomendada para os pomares de pitaia no estado de Minas Gerais podem ser estimadas por dois métodos, com base em dois conceitos amplamente aceitos para os solos do Estado, por técnicos especialistas em fertilidade do solo, que são o método da neutralização da acidez trocável e da elevação dos teores de Ca e de Mg trocáveis e o método da saturação por bases (ALVAREZ V. & RIBEIRO, 1999).

O método da neutralização do Al^{3+} e da elevação dos teores de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ procura corrigir a acidez do solo e também leva em consideração a tolerância da cultura à elevada acidez trocável, por meio da máxima saturação por Al^{3+} tolerada (m_t) e da capacidade tampão do solo (Y), elevando a disponibilidade de Ca e de Mg de acordo com as exigências da cultura por estes nutrientes (X).

A recomendação de calagem para pitaia pode ser estimada pela seguinte equação:

$$\text{NC} = Y [\text{Al}^{3+} - (m_t * t/100)] + [X - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})]$$

em que:

NC: necessidade de calagem, em t ha⁻¹ de calcário PRNT 100%;

Y: fator de correção relacionado à capacidade tampão de pH do solo e que pode ser definido de acordo com a textura do solo de forma contínua pela equação:

$$Y = 0,0302 + 0,06532 * \text{Argila} - 0,000257 * \text{Argila}^2$$

O valor de Y pode ser definido de acordo com o valor de fósforo remanescente (P-rem) de forma contínua pela equação:

$$Y = 4,002 - 0,125901 * \text{P-rem} + 0,001205 * \text{P-rem}^2 - 0,00000362 * \text{P-rem}^3$$

Al³⁺: acidez trocável do solo, em cmol_c dm⁻³, pela análise de solo;

m_c: máxima saturação por Al³⁺ média tolerada pela pitaia é igual 15% (REIS et al., 2020);

t: capacidade de troca de cátions (CTC) efetiva, em cmol_c dm⁻³, pela análise de solo;

X: fator de correção relacionado às exigências da cultura quanto a Ca e Mg, que, para a pitaia, é igual a 2,5 cmol_c dm⁻³ (REIS et al., 2020);

Ca²⁺ e Mg²⁺: teores de cálcio e magnésio trocáveis pela análise de solo.

O método de saturação por bases considera a relação existente entre o pH e a saturação por bases (V%). O método precisa determinar os teores de Ca, Mg e K trocáveis, a acidez potencial (H⁺ + Al³⁺) extraível com acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0 ou estimada indiretamente pela determinação do pH_{SMP}. A fórmula para o cálculo da necessidade de calagem para pitaia é:

$$NC = T (V_e - V_a) / 100$$

em que:

NC: necessidade de calagem, em t ha⁻¹ de calcário PRNT 100%;

T: CTC pH 7,0, em cmol_c dm⁻³ pela análise do solo;

V_a: saturação por bases do solo pela análise do solo, em %.

V_e: saturação por bases desejada que, para pitaia, é igual a 70% (REIS et al., 2020).

A quantidade de calcário a ser aplicada pode ser obtida a partir da seguinte fórmula (ALVAREZ V. & RIBEIRO, 1999):

$$QC = NC \times \frac{SC}{100} \times \frac{PF}{20} \times \frac{100}{PRNT}$$

em que:

QC: quantidade de calcário a ser aplicada (t ha⁻¹);

NC: necessidade de calagem (t ha⁻¹);

SC: percentagem da superfície do terreno a ser coberta na calagem (%);

PF: profundidade de incorporação do calcário (cm);

PRNT: poder relativo de neutralização total do calcário a ser utilizado (%).

A necessidade e a quantidade de calcário a ser aplicada também podem ser estimadas pelo índice SMP, que se baseia em uma solução tamponada a pH 7,5 e o pH de equilíbrio dessa solução (SMP), quando em contato com o solo (MIELNICZUK et al., 1969). O pH de equilíbrio da mistura solo e a solução SMP são relacionados à quantidade de calcário necessária para a correção da acidez do solo. Para isso, deve-se utilizar a mesma amostra da determinação do pH em água.

O método estabelece que a necessidade de calagem aumenta com a acidez potencial do solo pelo índice SMP e é estimada de acordo com a equação proposta por

Kaminski et al. (2001) e expresso em $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$:

$$\text{H} + \text{Al} = \frac{e(10,665 - 1,1483\text{SMP})}{10}$$

Seguindo esse método, na Tabela 1 são apresentadas as quantidades de corretivo a aplicar para atingir o valor de pH desejado (CQFS-RS/SC, 2016). Cabe destacar que é necessário ajustar a quantidade indicada na Tabela 1 em função do PRNT do calcário que será utilizado.

Tabela 1. Quantidades de calcário (PRNT 100%) necessárias para elevar o pH em água do solo a 5,5, 6,0 e 6,5, estimadas pelo índice SMP

Índice SMP	pH desejado		
	5,5	6,0	6,5
	----- t/ha ⁽²⁾ -----		
<4,4	15,0	21,0	29,0
4,5	12,5	17,3	24,0
4,6	10,9	15,1	20,0
4,7	9,6	13,3	17,5
4,8	8,5	11,9	15,7
4,9	7,7	10,7	14,2
5,0	6,6	9,9	13,3
5,1	6,0	9,1	12,3
5,2	5,3	8,3	11,3
5,3	4,8	7,5	10,4
5,4	4,2	6,8	9,5
5,5	3,7	6,1	8,6
5,6	3,2	5,4	7,8
5,7	2,8	4,8	7,0
5,8	2,3	4,2	6,3
5,9	2,0	3,7	5,6
6,0	1,6	3,2	4,9
6,1	1,3	2,7	4,3
6,2	1,0	2,2	3,7
6,3	0,8	1,8	3,1
6,4	0,6	1,4	2,6
6,5	0,4	1,1	2,1
6,6	0,2	0,8	1,6
6,7	0,0	0,5	1,2
6,8	0,0	0,3	0,8
6,9	0,0	0,2	0,5
7,0	0,0	0,0	0,2
7,1	0,0	0,0	0,0

FONTE: CQFS-RS/SC (2016)

6.2.1 Cuidados para realização da calagem

A análise química do solo é fundamental para a avaliação da necessidade de calagem e para fazer a recomendação de adubação. No entanto, é necessário que se faça uma amostragem de solo criteriosa, de modo que a amostra represente as condições reais da área de cultivo.

Inicialmente, procede-se à divisão da área da propriedade em glebas homogêneas, levando-se em consideração a topografia, a vegetação, a cor e a textura do solo e o uso (cultivo anterior). Dessa forma, o número de amostras vai depender das variações observadas na área relacionadas com esses fatores.

A amostragem do solo, antes de iniciar o preparo do solo para instalação de pomares, deve ser realizada na profundidade de 0 a 20cm e de 20 a 40cm para avaliação dos atributos químicos e da textura do solo, visando conhecer a necessidade de calagem e adubação. A amostragem de camada mais profunda permitirá avaliar a necessidade da correção de impedimentos químicos ao desenvolvimento radicular, como acidez elevada, elevados teores de Al^{3+} e baixos teores de Ca^{2+} (ALVAEREZ V. & RIBEIRO, 1999).

Em pomares já estabelecidos, deve-se fazer a amostragem após colheita e antes de efetuar a adubação, nos espaços correspondentes às faixas em que se distribuem os fertilizantes que, geralmente, acompanham o desenvolvimento das plantas (projeção da copa) e coincidem com a área que normalmente concentra a maior parte das raízes, na profundidade de 0 a 20cm.

A calagem, na instalação do pomar, deve ser feita em torno de 90 (noventa) dias antes do plantio das mudas. O calcário deve ser aplicado a lanço e incorporado ao solo em torno de 20 a 40cm superficiais. A incorporação do calcário na ocasião do preparo do solo para a instalação do pomar é importante, pois, como é uma espécie perene, as aplicações posteriores serão superficiais e irão atuar lentamente nas camadas mais profundas (NATALE et al., 2012). Além disso, no momento da adubação de plantio, sugere-se misturar 100g de calcário por cova, para cada tonelada aplicada em área total. Dessa forma, a quantidade a ser misturada na cova vai depender da análise química do solo e do volume de terra da cova, visando ao fornecimento de Ca e Mg.

Nos anos subsequentes, em pomares já estabelecidos, o calcário deve ser aplicado na superfície do solo, sem a incorporação, pois não é recomendado revolvimento do solo para a incorporação dos corretivos porque isso pode causar cortes no sistema radicular e favorecer infecções e a disseminação de doenças no pomar, além de diminuir o volume de raízes. Dessa forma, a neutralização da acidez ocorrerá em profundidade gradualmente, obtendo-se resultados satisfatórios nas camadas de 0-10cm e 10-20cm, após 6 a 12 meses da calagem com o calcário calcinado, conforme tem sido observado nos pomares de outras espécies frutíferas (CORRÊA et al., 2004). Neste caso, deve-se levar em consideração que a superfície que será corrigida e a profundidade de incorporação do corretivo são reduzidos para evitar a supercalagem (ALVAEREZ V. & RIBEIRO, 1999).

6.3 Adubação mineral e orgânica

A definição da aplicação de nutrientes nos pomares de pitaiá inicia-se com a avaliação da fertilidade do solo, mediante a análise química e de textura do solo, que é o método mais amplamente utilizado e indispensável no cultivo de espécies agrícolas.

Existem diversas proposições de classes de fertilidade com os respectivos limites de teores de nutrientes (ALVAREZ et al., 1999; RAIJ et al., 1987; CQFS-RS/SC, 2016), as quais são utilizadas para a interpretação dos resultados de análise do solo com o objetivo de definir a quantidade de nutrientes a ser aplicada. Além da disponibilidade do nutriente no solo, a produtividade esperada (variável com a idade do pomar), o teor de nutriente no tecido vegetal (cladódio) e o nível tecnológico adotado devem ser considerados. Geralmente, de acordo com o nível tecnológico, o produtor consegue definir a produtividade esperada, incluindo a exigência da planta por nutrientes. Em relação ao teor de nutriente no tecido, não se conhecem os teores relacionados com os níveis de deficiência (crítico) para a análise do estado nutricional das plantas de pitaiá. Por isso, a recomendação de adubação, atualmente, é baseada na análise de solo e na idade do pomar (produtividade esperada).

Os critérios de recomendação de adubação mineral para os pomares de pitaiá têm como objetivo elevar ou manter os teores de nutrientes do solo na classe “bom” (ALVAREZ et al., 1999) ou “alto” (RAIJ et al., 1996; CQFS-RS/SC, 2016). Assim, é necessário disponibilizar os nutrientes em quantidades adequadas para o crescimento e a produção das plantas.

A proposta para as adubações de pré-plantio (Tabela 2), crescimento (pós-plantio) (Tabela 2) e produção (manutenção) (Tabelas 3, 4, 5 e 6) foi estabelecida considerando as quantidades de nutrientes necessárias para se obter 90% da produtividade máxima, que é considerada como a produtividade de máxima eficiência econômica, e a exportação de nutrientes, a partir de pesquisas realizadas nas regiões nordeste e sudeste do Brasil (CORRÊA et al., 2014; MOREIRA et al., 2016; FERNANDES, 2016; SANTANA, 2018; FERNANDES et al., 2018; LIMA et al., 2019; RABELO et al., 2020a; ALVES et al., 2021) e a classificação dos teores de nutrientes no solo.

Tabela 2. Proposta para a adubação de pré-plantio (plantio) e crescimento (pós-plantio)

Classificação ^{1/}	Plantio	Dias pós-plantio ^{2/}			Total
		30	90	150	
Matéria orgânica ----- N (g cova ⁻¹) -----					
Baixo	0	20	30	40	90
Médio	0	20	20	30	70
Alto	0	10	20	20	50
Fósforo ----- P ₂ O ₅ (g cova ⁻¹) -----					
Muito baixo	90	0	0	0	90
Baixo	70	0	0	0	70
Médio	50	0	0	0	50
Alto	30	0	0	0	30
Muito alto	20	0	0	0	20
Potássio ----- K ₂ O (g cova ⁻¹) -----					
Muito baixo	0	0	30	30	60
Baixo	0	0	25	25	50
Médio	0	0	20	20	40
Alto	0	0	10	10	20
Muito alto	0	0	0	0	0

^{1/}A interpretação dos teores de matéria orgânica e de P e K disponíveis no solo nas diferentes classes pode ser feita de acordo com os critérios dos boletins de recomendação dos estados de MG (ALVAREZ et al., 1999), de SP (RAIJ et al., 1996) e de RS e SC (CQFS-RS/SC, 2016). ^{2/}Considerando o plantio de mudas enraizadas, a partir da emissão de novas brotações.

Na ocasião do plantio, os nutrientes devem ser misturados ao solo de enchimento da cova. Além dos nutrientes apresentados na Tabela 2, recomenda-se adicionar 100 gramas de calcário dolomítico a cada tonelada aplicada em área total, para o fornecimento de Ca e Mg, 20 litros de esterco de curral curtidos ou 5 litros de esterco de ave.

Em relação à adubação fosfatada no plantio, sugere-se que metade da dose de P₂O₅ seja fornecida com uma fonte acidulada (de alta solubilidade) e o restante na forma de fosfato natural reativo.

Sugere-se a aplicação de FTE-BR 12 na cova de plantio (100g) para o fornecimento de micronutrientes, que serão liberados lentamente. Para as espécies de alto valor, que incluem frutíferas como a pitaiá, os custos de adubação com micronutrientes são reduzidos em relação ao valor da produção e muitos produtores usam a adubação de segurança, incluindo vários ou todos os micronutrientes na adubação de plantio (ABREU et al., 2007).

A primeira adubação após o plantio deve ser iniciada quando ocorrer o pegamento das mudas, ou seja, quando se observar a emissão das primeiras brotações após o plantio no campo, e a distribuição dos adubos deve ser realizada num raio de 20cm em torno das plantas.

Em pomares formados com mudas de boa qualidade e já enraizadas, a produção pode iniciar um ano após o plantio. Dessa forma, a proposta de adubação estabelecida para o primeiro ano após o plantio considera a colheita da primeira safra. A produtividade alcançada vai depender da densidade de plantio, do número de plantas por cova, das condições edafoclimáticas e da eficiência da polinização das espécies ou dos cultivares.

Tabela 3. Proposta para a adubação de manutenção no primeiro ano após o plantio

Classificação ^{1/}	Estágio de desenvolvimento ^{2/}			Total
	A	B	C	
Matéria orgânica	----- N (g cova ⁻¹) -----			
Baixo	40	30	40	110
Médio	40	20	30	90
Alto	30	20	20	70
Fósforo	----- P ₂ O ₅ (g cova ⁻¹) -----			
Muito baixo	50	0	0	50
Baixo	40	0	0	40
Médio	30	0	0	30
Alto	20	0	0	20
Muito alto	0	0	0	0
Potássio	----- K ₂ O (g cova ⁻¹) -----			
Muito baixo	40	50	20	110
Baixo	30	40	20	90
Médio	20	40	10	70
Alto	10	20	10	40
Muito alto	0	0	0	0

^{1/}A interpretação dos teores de matéria orgânica e de P e K disponíveis no solo nas diferentes classes pode ser feita de acordo com os critérios dos boletins de recomendação dos estados de MG (ALVAREZ et al., 1999), de SP (RAIJ et al., 1997) e de RS e SC (CQFS-RS/SC, 2016). Produtividade média esperada: 4 a 7 toneladas por hectare.

^{2/} Estágios de desenvolvimento: A - período que antecede o início do florescimento (antes da emissão primeiro fluxo floração). B - 90 dias após a primeira parcela da adubação. Vale lembrar que, nesse estágio as plantas podem apresentar botões florais, frutos em desenvolvimento e frutos próximos à maturação. Nessa última situação, deve-se realizar a colheita e, em seguida, fazer a adubação. C - final do período de colheita que, dependendo das condições climáticas, pode ser 150 a 180 dias após o primeiro fluxo de floração ou início do outono, quando as plantas encerram a emissão de novos botões florais.

Tabela 4. Proposta para a adubação de manutenção no segundo ano após o plantio

Classificação ^{1/}	Estágio de desenvolvimento ^{2/}			Total
	A	B	C	
Matéria orgânica	----- N (g cova ⁻¹) -----			
Baixo	50	30	50	130
Médio	40	30	40	110
Alto	40	20	30	90
Fósforo	----- P ₂ O ₅ (g cova ⁻¹) -----			
Muito baixo	60	0	0	60
Baixo	50	0	0	50
Médio	40	0	0	40
Alto	20	0	0	20
Muito alto	10	0	0	10
Potássio	----- K ₂ O (g cova ⁻¹) -----			
Muito baixo	50	60	30	140
Baixo	40	50	30	120
Médio	30	40	20	90
Alto	20	30	10	60
Muito alto	5	10	5	20

^{1/}A interpretação dos teores de matéria orgânica e de P e K disponíveis no solo nas diferentes classes pode ser feita de acordo com os critérios dos boletins de recomendação dos estados de MG (ALVAREZ et al., 1999), de SP (RAIJ et al., 1997) e de RS e SC (CQFS-RS/SC, 2016). Produtividade média esperada: 10 a 15 toneladas por hectare.

^{2/} Estágios de desenvolvimento: A - período que antecede o início do florescimento (antes da emissão primeiro fluxo floração). B - 90 dias após a primeira parcela da adubação. C - final do período de colheita.

Tabela 5. Proposta para a adubação de manutenção no terceiro ano após o plantio

Classificação ^{1/}	Estágio de desenvolvimento ^{2/}			Total
	A	B	C	
Matéria orgânica	----- N (g cova ⁻¹) -----			
Baixo	60	40	50	150
Médio	50	30	50	130
Alto	40	30	40	110
Fósforo	----- P ₂ O ₅ (g cova ⁻¹) -----			
Muito baixo	70	0	0	70
Baixo	60	0	0	60
Médio	50	0	0	50
Alto	30	0	0	30
Muito alto	20	0	0	20
Potássio	----- K ₂ O (g cova ⁻¹) -----			
Muito baixo	60	70	40	170
Baixo	50	60	30	140
Médio	40	60	20	120
Alto	30	40	20	90
Muito alto	10	20	10	40

^{1/}A interpretação dos teores de matéria orgânica e de P e K disponíveis no solo nas diferentes classes pode ser feita de acordo com os critérios dos boletins de recomendação dos estados de MG (ALVAREZ et al., 1999), de SP (RAIJ et al., 1997) e de RS e SC (CQFS-RS/SC, 2016). Produtividade média esperada: 20-25 toneladas por hectare.

^{2/} Estágios de desenvolvimento: A - período que antecede o início do florescimento (antes da emissão primeiro fluxo floração). B - 90 dias após a primeira parcela da adubação. C - final do período de colheita.

Tabela 6. Proposta para a adubação de manutenção no quarto ano após o plantio

Classificação ^{1/}	Estágio de desenvolvimento ^{2/}			
	A	B	C	Total
Matéria orgânica	----- N (g cova ⁻¹) -----			
Baixo	60	50	60	170
Médio	60	40	50	150
Alto	50	30	50	130
Fósforo	----- P ₂ O ₅ (g cova ⁻¹) -----			
Muito baixo	90	0	0	90
Baixo	70	0	0	70
Médio	60	0	0	60
Alto	40	0	0	40
Muito alto	20	0	0	20
Potássio	----- K ₂ O (g cova ⁻¹) -----			
Muito baixo	70	80	50	200
Baixo	60	70	40	170
Médio	50	60	40	150
Alto	40	50	30	120
Muito alto	20	30	10	60

^{1/}A interpretação dos teores de matéria orgânica e de P e K disponíveis no solo nas diferentes classes pode ser feita de acordo com os critérios dos boletins de recomendação dos estados de MG (ALVAREZ et al., 1999), de SP (RAIJ et al., 1997) e de RS e SC (CQFS-RS/SC, 2016). Produtividade média esperada: 32 a 40 toneladas por hectare.

^{2/} Estágios de desenvolvimento: A - período que antecede o início do florescimento (antes da emissão primeiro fluxo floração). B - 90 dias após a primeira parcela da adubação. C - final do período de colheita.

Em regiões de clima tropical e sem a ocorrência de baixas temperaturas durante o inverno, sugere-se parcelar as adubações, no mínimo, em quatro vezes, pois nessas regiões a duração do ciclo é maior (em torno de 9 meses), com média de nove fluxos de floração entre o final de inverno e o início do outono (agosto e abril). Nessa condição, quando as adubações são realizadas em cobertura no solo, devem-se fazer, pelo menos, duas parcelas entre os surtos de floração, além da parcela inicial (pré-florescimento) e final (após as colheitas).

Em solos deficientes em B (<0,61mg dm⁻³) e Zn (<1,6mg dm⁻³), e considerando a exigência desses nutrientes pelas espécies de pitaia (CORRÊA et al., 2014; MOREIRA et al., 2016; LIMA et al., 2019, RABELO et al., 2020a), a suplementação com B e Zn é necessária, que pode ser feita com a aplicação ácido bórico (30g por cova) e de sulfato de zinco (20g por

cova) na projeção da copa. Em pomares irrigados os nutrientes podem ser disponibilizados via água de irrigação.

As adubações de manutenção devem ser realizadas na área de projeção das raízes das plantas, com o solo úmido para favorecer a absorção dos nutrientes. Além disso, é importante a adubação orgânica complementar uma vez ao ano, pois ela estimula o desenvolvimento de raízes novas.

Em relação à adubação orgânica, as pesquisas têm demonstrado que as espécies de pitaiá respondem satisfatoriamente à adubação com fontes de matéria orgânica (CAVALCANTE et al., 2011; MOREIRA et al., 2011; MOREIRA et al., 2012; COSTA et al., 2015). Entretanto, a quantidade que deve ser fornecida, da maioria das fontes, é alta para suprir a demanda de nutrientes. Dessa forma, recomenda-se observar as recomendações para o manejo nutricional de pomares orgânicos, as quais indicam, além de fontes de matéria orgânica, o plantio de espécies de cobertura que podem ser utilizadas como adubos verdes (ver capítulo 11).

A adubação orgânica em pomares de pitaiá deve observar a disponibilidade de material orgânico na propriedade e o conhecimento da composição química e eficiência agrônômica das fontes utilizadas (CFSEMG, 1999), bem como as normas do sistema de produção a ser adotado no cultivo orgânico (ver capítulo 11).

A recomendação de matéria orgânica no plantio de várias espécies frutíferas pode ser utilizada nos pomares de pitaiá, a qual sugere a aplicação de 6 a 12kg (10 a 20L) por cova de esterco de curral curtido ou 3 a 5kg por cova de esterco de galinha ou tortas, misturados ao solo, com antecedência mínima de 15 a 20 dias ao plantio das mudas, procurando manter umidade suficiente no período (CFSEMG, 1999).

Nos anos subsequentes, a adubação com a aplicação de 63 toneladas de esterco de curral e 18 toneladas de cama de aviário por hectare ao ano em pomares da espécie *S. undatus* tem favorecido produtividades sob polinização aberta em torno de 2,9t ha⁻¹, no segundo ciclo (MOREIRA et al., 2012); de 7,4t ha⁻¹, no terceiro ciclo e de 9,6t ha⁻¹, no quarto ciclo de produção (COSTA et al., 2015).

A combinação de adubação mineral e orgânica pode ser uma alternativa para maiores ganhos de produtividade nos pomares de pitaiá. O programa de adubação para o cultivo da pitaiá em Taiwan recomenda a aplicação de 4kg (7L) por cova de esterco de bovino curtido, a cada quatro meses, complementada com a fertilização mineral de N P₂O₅ e K₂O em cobertura (ZEE et al., 2004). Em Bangladesh, os melhores resultados em relação à produtividade (31,6t ha⁻¹) da espécie *S. costaricensis* foram observados com a aplicação de 20kg de esterco bovino por cova (44,4 toneladas por hectare), associados à adubação com N, P₂O₅ e K₂O (CHAKMA et al., 2014). A fertilização mineral é necessária, especialmente quando os rendimentos anuais dos pomares de pitaiá são altos, entre 20 e 45 toneladas por hectare (MIZRAHI, 2014).

No Brasil, a aplicação de esterco de bovino no plantio (13t ha⁻¹) e em cobertura (5,0t ha⁻¹ a 7,0t ha⁻¹) tem favorecido o cultivo das espécies *S. undatus* e *H. polyrhizus* em pomares de pitaiá onde a fertilização é complementada com N, P₂O₅ e K₂O (FERNANDES et al., 2018; ALVES, 2018; RABELO et al., 2020a; ALVES et al., 2021). Em resumo, pode-se recomendar a aplicação de esterco bovino na quantidade de 10t ha⁻¹, em média, no plantio e em cobertura, anualmente, juntamente com a adubação mineral. Nesse caso, é

importante a análise da composição química dos resíduos orgânicos utilizados para que os nutrientes fornecidos sejam considerados no cálculo das quantidade de fertilizantes minerais.

6.4 Fontes comerciais de nutrientes

Fertilizantes nitrogenadas

Os principais fertilizantes nitrogenados minerais comercializados no Brasil estão listados na Tabela 7. O N pode estar na forma amídica (ureia), amoniacal ou nítrica e todas as fontes são solúveis em água. Quando são adicionadas ao solo, em poucas semanas, a maior parte do N amídico ou amoniacal passa para a forma nítrica (NO_3^-), pouco retida no complexo de troca (CTA do solo) e, por isso, pode ser perdida por lixiviação.

Tabela 7. Principais fertilizantes minerais simples contendo N comercializados no Brasil e as concentrações mínimas

Fertilizante	N		Forma	Outros nutrientes (%)
	(%)	(g kg ⁻¹)		
Ureia	44	440	Amídica (NH_2)	22-24 (S)
Sulfato de amônio	20	200	Amoniacal (NH_4^+)	-
Nitrato cálcio	20	200	Nítrica (NO_3^-)	2-8 (Ca) e 1-5 (Mg)
Nitrato de amônio	32	320	Nítrica e amoniacal	-
Fosfato diamônico (DAP)	16	160	Amoniacal (NH_4^+)	45 (P_2O_5)
Fosfato monoamônico (MAP)	9	90	Amoniacal (NH_4^+)	48 (P_2O_5)

Fonte: Brasil (2018)

Estimativas de perdas de nitrato no solo indicam valores de 0,5mm/mm de chuva em solos argilosos e mais de 3mm/mm de chuva nos solos arenosos (RAIJ et al., 1996). As perdas por lixiviação podem ser minimizadas, principalmente em regiões de alta precipitação, com as aplicações de forma parcelada, em épocas de maior demanda das plantas, para que o N possa ser imediatamente absorvido.

As perdas também podem ocorrer por volatilização, a exemplo do que se observa com a ureia, quando aplicada em superfície sem umidade disponível e há exposição ao sol, excesso de calor e falta de incorporação do fertilizante ao solo. As perdas de N no campo são variáveis; estima-se que podem chegar a 40% ou mais. Assim, algumas alternativas como a cobertura da ureia com uma camada de cerca de 5cm de solo, a utilização de cobertura morta ou a irrigação do pomar em seguida à adubação, normalmente contribuem para diminuir essas perdas.

Fertilizantes fosfatados

Os principais fertilizantes fosfatados comercializados no Brasil são apresentados na Tabela 8. A caracterização desses materiais é feita de duas maneiras. A primeira se refere aos fosfatos solúveis em água, indicando-se os teores de P solúvel em citrato neutro de amônio (CNA) + água e o teor solúvel em água; e a segunda, aos fosfatos insolúveis em água, indicando-se o teor total e o teor solúvel em ácido cítrico a 2% (20g L⁻¹). As exigências mínimas dos teores de P, medidos por cada uma dessas recomendações, variam com a natureza do fosfato. Assim, os teores apresentados na Tabela 8 são as garantias mínimas exigidas pelo Mapa, o que não impede que a comercialização se dê com garantias superiores.

Tabela 8. Principais fertilizantes simples contendo P e as concentrações mínimas de P₂O₅ e P

Fertilizante	Teor de P				Outros nutrientes (%)
	Fosfatos solúveis				
	CNA ⁽¹⁾ + água		Água		
	P ₂ O ₅ (%)	P (g kg ⁻¹)	P ₂ O ₅ (%)	P (g kg ⁻¹)	
Superfosfato simples	18	80	16	70	10 (S)
Superfosfato triplo	41	180	37	160	-
Fosfato diamônico DAP	45	200	38	179	16 (N)
Fosfato monoamônico MAP	48	210	44	190	9 (N)
Fosfatos insolúveis em água					
	Total		Ácido cítrico		
	P ₂ O ₅ (%)	P (g kg ⁻¹)	P ₂ O ₅ (%)	P (g kg ⁻¹)	
Fosfato natural	24	100	4	20	
Fosfato natural reativo	30	130	14	50	32 (Ca)
Termofosfatos	17	70	14	60	7 (Mg)

Fonte: Brasil (2018)

⁽¹⁾ Citrato neutro de amônio

Em solos onde há histórico de aplicação de fosfatos naturais ou fosfatos naturais reativos, recomenda-se, ao solicitar análise de solo, informar ao laboratório o tipo de fosfato que foi utilizado, para que seja utilizado o extrator de P adequado. Isso é importante para evitar a interpretação equivocada do teor de P no solo e a recomendação de quantidade inadequada para a adubação do pomar.

Fertilizantes potássicos

Os fertilizantes potássicos mais comuns no mercado brasileiro estão nas formas de cloreto, sulfatos ou nitratos (Tabela 9). Todas as fontes são solúveis em água e

imediatamente disponibilizados às plantas. As concentrações de K nos fertilizantes são indicadas em % de K_2O e em $g\ kg^{-1}$ de K, atendendo às exigências da legislação em vigor. O cloreto de potássio (KCl) é a fonte mais utilizada por ser a mais concentrada, o que facilita o transporte e, com isso, apresenta um melhor custo-benefício.

Tabela 9. Principais fertilizantes simples que contêm potássio e as concentrações mínimas de K_2O e K

Fertilizante	K_2O (%)	K ($g\ kg^{-1}$)	Outros nutrientes (%)
Cloreto de potássio	58	483	45-48 (Cl)
Sulfato de potássio	48	400	16 (S)
Sulfato de potássio e magnésio	18	150	23 (S), 4 (Mg) e 2 (Cl)

Fonte: Brasil (2018)

A aplicação de K em doses altas deve ser evitada devido ao efeito salino e, em alguns casos, para diminuir perdas por lixiviação, principalmente em solos arenosos, pois a quantidade de cargas negativas nos colóides do solo, na zona de aplicação do adubo, pode não ser suficiente para reter o nutriente. Dessa forma, para aumentar a eficiência da adubação, é recomendado seguir a orientação de parcelamento.

Fertilizantes com Ca, Mg e S

Os calcários são as principais fontes de Ca e Mg. Entretanto, a baixa solubilidade da maioria dos corretivos de acidez limita a mobilidade no perfil do solo (NATALE et al., 2012). Assim, a solubilidade é característica importante que deve ser observada na escolha da fonte, pois isso garante a disponibilidade de nutrientes às plantas mais rapidamente, principalmente em pomares já estabelecidos, quando o calcário é aplicado na superfície do solo. Os principais corretivos e fertilizantes que fornecem Ca e Mg disponíveis no mercado estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10. Principais corretivos que apresentam Ca e Mg em suas formulações

Corretivos	CaO	MgO
	----- (%) -----	
Calcários calcíticos	30-48	1-5
Calcários magnesianos	30-48	6-12
Calcários dolomíticos	30-48	13-20
Gesso	28-30	-
Cinzas	5-20	-
Farinha de osso	30-38	-
Sulfato de magnésio	-	16-17
Sulfato de potássio e magnésio	-	18-19
Nitrato de cálcio	27	-

Fonte: Brasil (2018)

A disponibilização de S pode ser feita a partir da escolha de combinações de fontes nas adubações de N, P_2O_5 e K_2O . Essa estratégia é mais econômica, uma vez que a necessidade de S pelas plantas é pequena, correspondendo, geralmente, entre 10% e 15% da demanda de N, por exemplo. A adubação dos pomares utilizando fontes de fertilizantes fosfatados no plantio, como o superfosfato simples, ou mesmo no fornecimento de sulfato de amônio em cobertura, garante as necessidades de S das espécies de pitaia.

Os principais fertilizantes minerais que contêm S são apresentados nas Tabelas 7, 8 e 9. Em quase todas as fontes, o S está na forma de sulfato, prontamente disponível, mesmo na forma de sulfato de cálcio, de solubilidade relativamente baixa, presente no gesso e no superfosfato simples.

Fertilizantes com micronutrientes

Os micronutrientes são elementos químicos necessários para o crescimento e o desenvolvimento das plantas e, por serem demandados em pequenas quantidades, recebem essa denominação (FURLANI, 2004). De acordo com este autor, em solos originalmente férteis, a deficiência de micronutrientes é pouco frequente, ocorrendo quando eles são submetidos a cultivos intensivos, com obtenção de produtividades elevadas, que são resultantes da extração intensa de micronutrientes pelas plantas e sem utilização de fertilizantes contendo esses nutrientes. A partir da análise de solo nas áreas que serão ou são cultivadas é possível fazer a avaliação dos teores de micronutrientes, possibilitando o fornecimento por meio das adubações.

Alguns fatores podem influenciar a disponibilidade dos micronutrientes no solo. A supercalagem causada pela aplicação de calcário em doses acima do necessário é uma

situação em que o pH do solo é elevado a valores acima do ideal para o cultivo da espécie, podendo induzir à deficiência de alguns micronutrientes catiônicos, como Fe, Cu, Zn e Mn, que podem ser insolubilizados, dificultando a absorção pelas plantas. Além disso, no cultivo contínuo de uma mesma área, sem aplicação de micronutrientes, a lixiviação pela exposição constante do solo a precipitações intensas e a exportação destes nutrientes para os frutos também contribuem para o empobrecimento dos solos.

Os micronutrientes podem ser encontrados em fontes inorgânicas, quelatos sintéticos, complexos orgânicos e “fritas” (oxi-silicatos). As principais fontes de micronutrientes são apresentadas na Tabela 11.

Tabela 11. Principais fontes inorgânicas de micronutrientes e as especificações dos teores mínimos de nutrientes

Fertilizante	Nutriente	Garantia mínima (%)	Outros nutrientes (%)
Ácido bórico	B	17	-
Bórax	B	10	-
Sulfato de cobre	Cu	24	11 (S)
Sulfato de ferro	Fe	19	10 (S)
Sulfato de manganês	Mn	26	16 (S)
Molibdato de amônio	Mo	52	5 (N)
Molibdato de sódio	Mo	39	-
Óxido de zinco	Zn	72	-
Sulfato de zinco	Zn	20	9 (S)

Fonte: Brasil (2018)

Os quelatos são produtos solúveis que mantêm os metais neles contidos fortemente complexados, em muitos casos protegendo os elementos de reações que poderiam reduzir sua disponibilidade no solo. Devem apresentar os seguintes teores mínimos: 8% de B; 5% de Cu; 5% de Fe; 5% de Mn ou 7% de Zn e cada quelato deve conter apenas um micronutriente (BRASIL, 2018).

As fritas são produtos químicos fabricados a partir de óxidos e silicatos, tratados a alta temperatura até a sua fusão, formando um composto óxido de silicato que contém um ou mais micronutrientes (BRASIL, 2004). De acordo com essa Instrução Normativa, os silicatos que contêm micronutrientes (fritas), os teores mínimos são: 1% de Cu; 2% de Mn; 2% de Fe; 3% de Zn; 0,1% de Mo; 0,1% de Co e 1% de B. Os silicatos são conhecidos como FTE (do inglês *Fritted Trace Element*) e comercializados com grande diversidade de nutrientes. São fontes insolúveis em água e demandam tempo para ser disponibilizados às plantas após a aplicação ao solo.

As fórmulas NPK com micronutrientes devem conter os teores expressos pelas respectivas garantias (BRASIL, 2018). A incorporação dos micronutrientes em formulações NPK é uma tendência devido à dificuldade de aplicação de pequenas quantidades, normalmente necessárias às adubações, como é o caso dos fertilizantes organominerais, que buscam manter uma alta disponibilidade de nutrientes para as plantas, bem como minimizar as perdas no solo.

REFERÊNCIAS

ABREU, C.A.; LOPES, A.S.; SANTOS, G.C.G. Micronutrientes. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2007. p.645-724.

ALMEIDA, E.I.B.; CORRÊA, M.C.M.; CRISOSTOMO, L.A.; ARAÚJO, N.A.; SILVA, J.C.V. Nitrogênio e potássio no crescimento de mudas de pitaiá [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose]. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 4, p. 1018-1027, 2014. DOI: 10.1590/0100-2945-296/13.

ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R.F. de; BARROS, N.F. de; CANTARUTTI, R.B.; LOPES, A.S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: CFSEMG, 1999. p.25-32.

ALVAREZ V., V.H.; RIBEIRO, A.C. Calagem. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T. G.; ALVAREZ V., V.H. (Eds.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: CFSEMG, 1999, p. 43-78.

ALVES, D.A. **Fertilização nitrogenada na produção de pitaiá**. 2018. 40 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2018.

ALVES, D.A.; CRUZ, M.C.M.; LIMA, J.E.; SANTOS, N.C.; RABELO, J.M. BARROSO, F.L. Productive potential and quality of pitaya with nitrogen fertilization. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 56, n. e01882, p.1-10, 2021. DOI: 10.1590/S1678-3921.pab2021.v56.01882

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa, nº 39 de 08 de agosto de 2018**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2018.

BRASIL, Presidência da República. Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos **Decreto nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2004.

CAVALCANTE, Í.H.L.; MARTINS, A.B.G.; SILVA JÚNIOR, G.B.; ROCHA, L.F.; FALCÃO NETO, R.; CAVALCANTE, L.F. Adubação orgânica e intensidade luminosa no crescimento e desenvolvimento inicial da pitaiá em Bom Jesus-PI. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 970-982, 2011. DOI: 10.1590/S0100-29452011005000086.

CFSEMG. Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais. Adubação orgânica. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Eds.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: CFSEMG, 1999. p.87-92.

CHAKMA, S.P. HARUNOR RASHID; A.S.M.; ROY, S.; ISLAM, M. Effect of NPK doses on the yield of dragon fruit (*Hylocereus costaricensis* [F.A.C. Weber] Britton & Rose) in Chittagong Hill Tracts. **American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences**, v. 14, n. 6, p. 521-526, 2014. DOI: 10.5829/idosi.ajeaes.2014.14.06.12346

CORRÊA, M.C.M.; NATALE, W.; PRADO, R.M.; BANZATTO, D. Liming to an adult guava tree orchard In: INTERNATIONAL SIMPOSIUM ON TROPICAL AND SUBTROPICAL FRUITS, 3., 2004, Fortaleza. **Proceedings...** Fortaleza: Embrapa- CNPAT, 2004. p. 215.

CORRÊA, M.C.M.; ALMEIDA, E.I.B.; MARQUES, V.B.; SILVA, J.C.V.; AQUINO, B. F. Crescimento inicial de pitaiá em função de combinações de doses de fósforo-zinco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, p. 23-38, 2014. DOI: 10.1590/0100-2945-297/13

COSTA, A.C.; RAMOS, J.D.; SILVA, F.O.R.; MENEZES, T.P.; MOREIRA, R.A.; DUARTE, M. H. Adubação orgânica e *Lithothamnium* no cultivo da pitaiá vermelha. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 1, p. 77-88, 2015. DOI: 10.5433/1679-0359.2015v36n1p77

CQFS-RS/SC. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de calagem e adubação para os Estados de Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2016. 376p.

FAGERIA, N.K.; MOREIRA, A. The role of mineral nutrition on root growth of crop plants. **Advances in Agronomy**, v. 110, p. 251-331, 2011. DOI: 10.1016/B978-0-12-385531-2.00004-9

FERNANDES, D.R.; MOREIRA, R.A.; CRUZ, M.C.M.; RABELO, J.M.; OLIVEIRA, J. Improvement of production and fruit quality of pitayas with potassium fertilization. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 40, e35290, 2018. DOI: 0.4025/actasciagron.v40i1.35290

FERNANDES, D.R. **Adubação fosfatada e potássica no cultivo de pitaiá**. 2016. 81p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2016.

FURLANI, A.M.C. Nutrição Mineral. In: KERBAUY, G.B. **Fisiologia Vegetal**. São Paulo, 2004. p 40–75.

GUNASENA, H.P.M.; PUSHPAKUMARA, D.K.N.G.; KARIYAWASAM, M. Dragon Fruit *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton and Rose. In: PUSHPAKUMARA, D.K.N.; GUNASENA, H.P.M.; SINGH, V.P. (Ed.) **Underutilized fruit trees in Sri Lanka**. Pusa, NJ: World Agroforestry Centre, South Asia Office, 2007. p. 110-142.

HUANG, Y.; HUANG, Y.; CHEN, G.; LIU, Y.; PAN, L.; XIONG, L. Investigation and evaluation of soil nutrients in pitaya orchard in Guangxi. **Southwest China Journal of Agricultural Sciences**, v. 30, n. 9, p. 2035-2040, 2017.

KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D.S.; BARTZ, H.R.; GATIBONI, L.C.; BISSANI, C.A.; ESCOSTEGUY, P.A.V. **Proposta de nova equação para determinação do valor de H+Al pelo uso do índice SMP em solos do RS e de SC.** In: Reunião Anual da Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solo e de Tecido Vegetal dos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, 33. **Ata...** Frederico Westphalen, 2001. p. 21-26.

LIMA, D.C.; MENDES, N.V.B.; CORRÊA, M.C.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, p.1-11, 2019. DOI: 10.1590/0100-29452019030

LUDERS, L.; McMAHON, G. **The pitaya or dragon fruit (*Hylocereus undatus*).** Northern Territory Government, 2006. Disponível em: https://dpiir.nt.gov.au/__data/assets/pdf_file/0004/232933/778.pdf. Acesso em: 16 março de 2021.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Ceres, 2006. 631p.

MIELNICZUK, J.; LUDWICK, A.E.; BOHNEN, H. **Recomendações de adubo e calcário para os solos e culturas do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: UFRGS - Faculdade de Agronomia, 1969. 29p. (Boletim Técnico, 2)

MIZRAHI, Y. Vine-cacti pitayas - the new crops of the world. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 124-138, 2014. DOI: 10.1590/0100-2945-452/13

MIJANGOS, I.; ALBIZU, I.; EPELDE, L.; AMEZAGA, I.; MENDARTE, S.; GARBISU, C. Effects of liming on soil properties and plant performance of temperate mountainous grasslands. **Journal of Environmental Management**, Amsterdam, v. 9, p. 2066-2074, 2010. DOI: 10.1016/j.jenvman.2010.05.011.

MIZRAHI, Y.; NERD, A.; NOBEL, P. S. Cacti as crops. **Horticultural Reviews**, v.18, p. 291-319, 1997. DOI: 10.1002/9780470650608.ch6

MOREIRA, R.A.; CRUZ, M.C.M.; FERNANDES, D.R.; SILVA, E.B.; OLIVEIRA, J. Nutrient accumulation at the initial growth of pitaya plants according to phosphorus fertilization. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.46, p.230-237, 2016. DOI: 10.1590/1983-40632016v4640813

MOREIRA, R.A.; RAMOS, J.D.; ARAÚJO, N.A.; MARQUES, V.B.; MELO, P.C. Produtividade e teores de nutrientes em cladódios de pitaia vermelha utilizando-se adubação orgânica e granulada bioclástica. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, suppl., p. 714-719, 2012. DOI: 10.5039/agraria.v7isa1551

MOREIRA, R.A.; RAMOS, J.D.; ARAÚJO, N.A.; MARQUES, V.B. Produção e qualidade de frutos de pitaia vermelha com adubação orgânica e granulada bioclástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, p.762-766, 2011. DOI: 10.1590/S0100-29452011000500106

NATALE, W.; ROZANE, D.E.; PARENT, L.E.; PARENT, S.É. Acidez do solo e calagem em pomares de frutíferas tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, p.1294-1306, 2012. DOI: 10.1590/S0100-29452012000400041

RABELO, J.M.; CRUZ, M.C.M.; SANTOS, N.C.; ALVES, D.A.; LIMA, J.E.; SILVA, E.B. Increase of nutrients export and production of pitaya whit potassium fertilization. **Comunicata Scientiae**, v.11, p.e3276, 2020a. DOI: 10.14295/cs.v11i0.3276

RABELO, J.M.; CRUZ, M.C.M.; SENA, C.G.; PANTOJA, L.; SANTOS, A.S.; REIS, L.A.C.; GUIMARÃES, A.G. Potassium fertilization in the quality improvement and centesimal composition of pitaya. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v.32. n. 9. 2020b. DOI: 0.9755/ejfa.2020.v32.i9.2146

RAIJ, B.V. Acidez e calagem. In: RAIJ, B. V. (Ed.) **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**, 1st edn. IPNI, Piracicaba. 2011. p. 174-175.

RAIJ, B.V.; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendação de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo**. 2 ed. Campinas, Instituto Agrônômico e Fundação IAC, 1996. 285p. (Boletim técnico 100).

REIS, L.A.C.; CRUZ, M.C.M.; SILVA, E.B.; RABELO, J.M.; FIALHO, C.M.T. Effects of liming on the growth and nutrient concentrations of pitaya species in acidic soils. **Australian Journal Crop Science**, v.14, p.1756-1763, 2020. DOI: 10.21475/ajcs.20.14.11.p2509

SANTANA, F.M.S. **Adubação nitrogenada e potássica no cultivo irrigado de pitaia vermelha (*Hylocereus* sp.) sob condições tropicais**. 2018. 105 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

ZEE, F.; YEN, C.R.; NISHINA, M. **Pitaya (Dragon Fruit, Strawberry Pear)**. Mãonoa: University of Hawaii, 2004 3p. (Fruits and Nuts, 9).

7 Pragas potenciais associadas aos cultivos de pitaia no Brasil

Introdução

Marcus Alvarenga Soares, José Carlos Barbosa dos Santos

O manejo integrado de pragas (MIP) é uma filosofia de controle de megapopulações de organismos capazes de promover danos econômicos em sistemas cultivados. O MIP consiste na adoção, pelos agricultores, de um sistema de tomada de decisões implementando procedimentos que visam incrementar a mortalidade natural de insetos-praga ou utilizando, de forma harmoniosa e integrada, métodos de controle selecionados com base em parâmetros econômicos, ecológicos e ambientais (KOGAN, 1998).

Em cultivos de espécies de plantas anuais existem muitas informações científicas que relatam a associação entre níveis populacionais de insetos-praga e as perdas de produção, o que permite que os agricultores utilizem os parâmetros do MIP para manejar os cultivos. Entretanto, em fruticultura, esse tema ainda é pouco estudado, sendo necessários mais resultados de pesquisa e discussões entre os técnicos envolvidos na atividade.

Em relação aos pomares de pitaia, embora essas frutas façam parte da dieta humana há mais de 9 mil anos e sejam muito utilizadas, desde épocas remotas, pelos povos indígenas das Américas (NOBEL, 2002), as informações relacionadas à ocorrência e ao manejo de insetos-praga são escassas. No entanto, os cultivadores atuais da fruta enfrentam vários problemas de produção em escala comercial que contribuem para a redução do rendimento. Entre as limitações na produção de pitaia estão as pragas (insetos e ácaros) e as doenças que podem ser devastadoras nas áreas de cultivo ou durante o armazenamento.

Por ser uma espécie de cultivo recente no Brasil, não existem moléculas inseticidas registradas para uso em pitaia no país (AGROFIT, 2022), com exceção apenas daqueles para controle das formigas cortadeiras. Assim, a compilação de informações sobre as espécies de pragas, injúrias e recomendações alternativas ao controle com inseticidas sintéticos é de grande importância para pesquisadores, estudantes, produtores e a indústria interessada nesse setor.

7.1 Pragas da fase vegetativa

7.1.1 Lagarta *Spodoptera cosmioides* (Lepidoptera: Noctuidae)

A espécie *Spodoptera cosmioides* foi observada provocando injúrias em cladódios de pitaia (PINHEIRO et al., 2020). Este inseto apresenta alto grau de polifagia, causando danos a diversas espécies agrícolas cultivadas no Brasil (PIRES et al., 2014; FERREIRA et al., 2019).

As lagartas são grandes, podendo atingir 40mm de comprimento, de coloração preta, com listras alaranjadas e brancas no dorso (Figura 1A). A pupação ocorre no solo. Os adultos são mariposas que atingem em torno de 40mm de envergadura, de coloração parda, com desenhos brancos nas asas anteriores das fêmeas e asas amareladas com desenhos escuros nos machos. As asas posteriores são brancas em ambos os sexos.

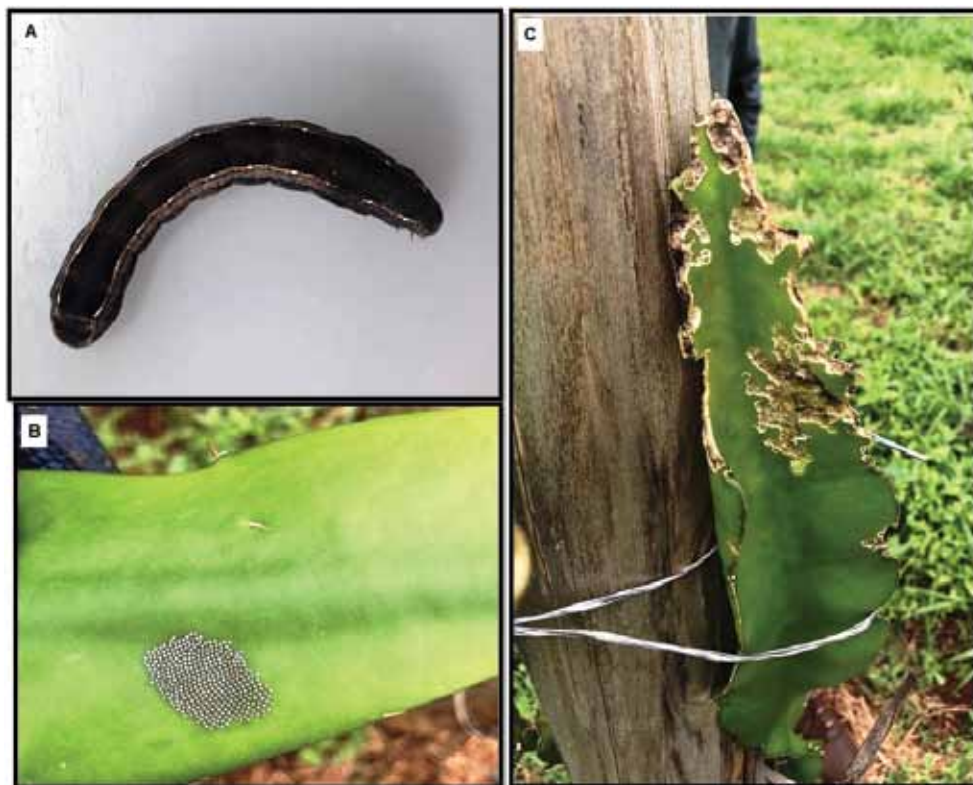


Figura 1. Lagarta da espécie *Spodoptera cosmioides* em *Selenicereus* spp. A - Lagarta; B - massa de ovos; C - injúrias causadas pelas lagartas nas mudas de pitaiá

Fotos: Marcus Alvarenga Soares e Deilson de Almeida Alves

Em outras espécies frutíferas, a exemplo do maracujazeiro, a lagarta se alimenta de folhas, flores e frutas (FERREIRA et al., 2019), e, no caso da pitaiá, ao se alimentar dos cladódios, ela danifica o tecido meristemático das gemas axilares que dão origem às novas brotações (Figura 1C). Uma vez que sua ocorrência é recente em espécies de pitaiá, não há informações sobre sua alimentação em outras partes da planta, como as flores e as frutas.

As condições climáticas da região de cultivo podem ser fatores determinantes para a ocorrência dessas lagartas, pois elas afetam diretamente o desenvolvimento e o comportamento dos insetos e indiretamente a sua alimentação. A faixa considerada ótima para o desenvolvimento e a atividade das lagartas *S. cosmioides* situa-se entre 15°C e 38°C (BAVARESCO et al., 2002).

O controle de lagartas nos pomares de pitaiá pode ser feito por meio da técnica de catação manual ou utilizando-se os bioinseticidas à base de *Bacillus thuringiensis*, *Beauveria bassiana* ou *Metarhizium anisopliae*. Os bioinseticidas são produtos biológicos registrados para o controle de insetos no Brasil. Formulações contendo a bactéria *B. thuringiensis* são caracterizadas por produzir cristais proteicos com capacidade inseticida específica (LANA et

al., 2019), enquanto as formulações *B. bassiana* ou *M. anisopliae* têm como princípio ativo os conídios dos fungos. A ação desses produtos é infectar o hospedeiro, causando doenças nos insetos, retardando ou levando à morte indivíduos afetados. Os bioinseticidas podem ser encontrados em produtos comerciais. O controle biológico aplicado com liberações de parasitoides do gênero *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) também é uma alternativa. É importante a adoção de medidas complementares de controle adequadas, pois, se utilizadas em conjunto, podem manter a densidade populacional de lagartas baixa.

7.1.2 Lagarta *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae)

Lagartas da espécie *Chrysodeixis includens* provocam injúrias em plantas de pitaia, na forma de perfurações e com formato irregular, principalmente nas brotações (JESUS et al., 2022). Essa lagarta é uma espécie polífaga, com ocorrência em diversas outras plantas hospedeiras, que se alimenta de cerca de 174 espécies de plantas cultivadas e silvestres (SPECHT et al., 2015), que vem se adaptando a novas espécies hospedeiras no Brasil. É reconhecida como nova praga do maracujazeiro-amarelo, no estado do Espírito Santo, atingindo taxas de até 80% das folhas danificadas (BENASSI et al., 2012).

A lagarta apresenta coloração verde, com dois pares de pernas abdominais do tipo mede-palmo, razão pela qual é conhecida como lagarta-falsa-medideira (Figura 2). O adulto é uma mariposa de 35mm de envergadura, com as asas anteriores de coloração marrom, brilho cúpreo e desenho prateado com forma semelhante à letra R.



Figura 2. Lagartas de *Chrysodeixis includens*

Foto: Marcus Alvarenga Soares

O controle recomendado para as lagartas *C. includens* nos pomares de pitaiá é semelhante ao controle da espécie *S. cosmioides* por meio da técnica de catação manual, no entanto, no caso dessa espécie, deve-se ser realizada nas brotações novas das plantas. A utilização de bioinseticidas também é uma alternativa para o controle, com produtos à base de *B. thuringiensis*, *B. bassiana* ou *M. anisopliae*. O controle biológico aplicado pode ser realizado com liberações de parasitoides do gênero *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae).

7.1.3 Vaquinha - *Diabrotica speciosa* (Coleóptera: Chrysomelidae)

A vaquinha foi relatada ocorrendo em pomar de pitaiá, porém, sem informações das injúrias provocadas (MARQUES et al., 2012). Sua incidência nos cladódios indica possibilidade de lesões neste órgão vegetal, já que essa praga, na fase adulta, se alimenta de tecidos vegetais, perfurando-os.

O besouro mede de 5 a 6mm de comprimento, apresenta cabeça castanha, cor verde e, em cada élitro, três manchas amarelas, característica que o tornou conhecido como brasileiro ou patriota (Figura 3). Os besouros dessa espécie são facilmente observados nos tecidos (sépalas e pétalas) dos botões florais das espécies de pitaiá, possivelmente pela sua coloração, o que dificulta a visualização nos cladódios. As larvas desse besouro vivem no solo, fase em que são denominadas de larva alfinete, e podem atacar raízes de vegetais. As larvas levam cerca de 18 dias para atingir o completo desenvolvimento, quando se transformam em pupas.



Figura 3. *Diabrotica speciosa* em pomar de *Selenicereus* spp. com vaquinha caminhando sobre as pétalas do botão floral, destacando-se a manchas amarelas nos élitros

Foto: Unidade experimental da UFVJM, Couto Magalhães de Minas, MG

A vaquinha é uma praga polífaga, distribuída nos estados brasileiros. Os insetos adultos danificam a parte aérea das plantas hospedeiras, causando danos e, em alguns casos, são vetores de patógenos, como viroses e doenças bacterianas, para diversas espécies de plantas. Geralmente, utilizam hospedeiros alternativos na falta dos hospedeiros preferenciais, o que pode ter ocorrido com a pitaia. Os pomares servem como hospedeiros alternativos para insetos porque são perenes e, em algumas regiões, os indivíduos multiplicados nas culturas anuais (ex. milho e feijão) não encontram alimento durante o inverno (PIRES et al., 2022).

O controle pode ser profilático, com a pulverização de substâncias repelentes aplicadas nos cladódios, tais como o óleo de nim (*Azadirachta indica*). A azadiractina é a principal substância tóxica do nim, que é um tetranotriperpenoide (limonoide), sensível aos raios ultravioletas, por isso é eliminada do ambiente em cerca de 20 dias (MARTINEZ, 2002). Por essa razão, o óleo é chamado inseticida botânico que é facilmente biodegradado, evitando o acúmulo de resíduos tóxicos no solo e nos produtos vegetais. O óleo de nim atualmente é encontrado em produtos comerciais. O controle biológico pode ser realizado com os fungos entomopatogênicos *M. anisopliae* e *B. bassiana*. Em outras espécies, há resultado de pesquisas demonstrando a eficiência de iscas com a raiz de taiuíá (*Cayaponia* sp.) e frutos de porongo, cabaça ou cuia (*Lagenaria* sp.), na atração de vaquinhas (STÜPP et al., 2006).

7.2 Pragas das fases vegetativa e produtiva

7.2.1 Formigas - *Atta sexdens*, *Atta cephalotes*, *Crematogaster evallans*, *Dorymyrmex brunneus*, *Dorymyrmex insanus*, *Linepithema neotropicum* e *Solenopsis* sp. (Hymenoptera: Formicidae)

As espécies de formigas relatadas em pomares de pitaia são *Atta sexdens*, *Atta cephalotes*, *Crematogaster evallans*, *Dorymyrmex brunneus*, *Dorymyrmex insanus*, *Linepithema neotropicum* e *Solenopsis* sp. e causam danos nos cladódios das plantas, nos botões e nos frutos (MARQUES et al., 2012; COSTA et al. 2017; PINHEIRO et al., 2020; TAVARES et al., 2022).

Nos pomares de pitaia, os danos causados pelas formigas são bem conhecidos (MARQUES et al., 2012, LONE et al., 2020). Apesar disso, poucas informações relacionadas às perdas quantitativas desses danos estão disponíveis na literatura. Os registros evidenciam que as formigas causam injúrias nos cladódios jovens das plantas, com subtração de algumas de suas partes (Figura 4A) e abrem pontos para a entrada de patógenos que podem causar doenças nas plantas. As lesões nos cladódios após a cicatrização são irreversíveis, reduzindo a emissão de novas brotações. Além disso, podem causar também grandes lesões nas flores e nos frutos verdes e maduros (Figuras 4B e 4C). O ataque aos botões florais pode provocar seu amarelecimento e queda prematura. Nas pitaias maduras, o ataque severo destrói a casca, expondo a polpa e inviabilizando a comercialização (MARQUES et al., 2012). Mesmo as injúrias leves, que não atingem a polpa, podem desclassificar as pitaias para a comercialização.

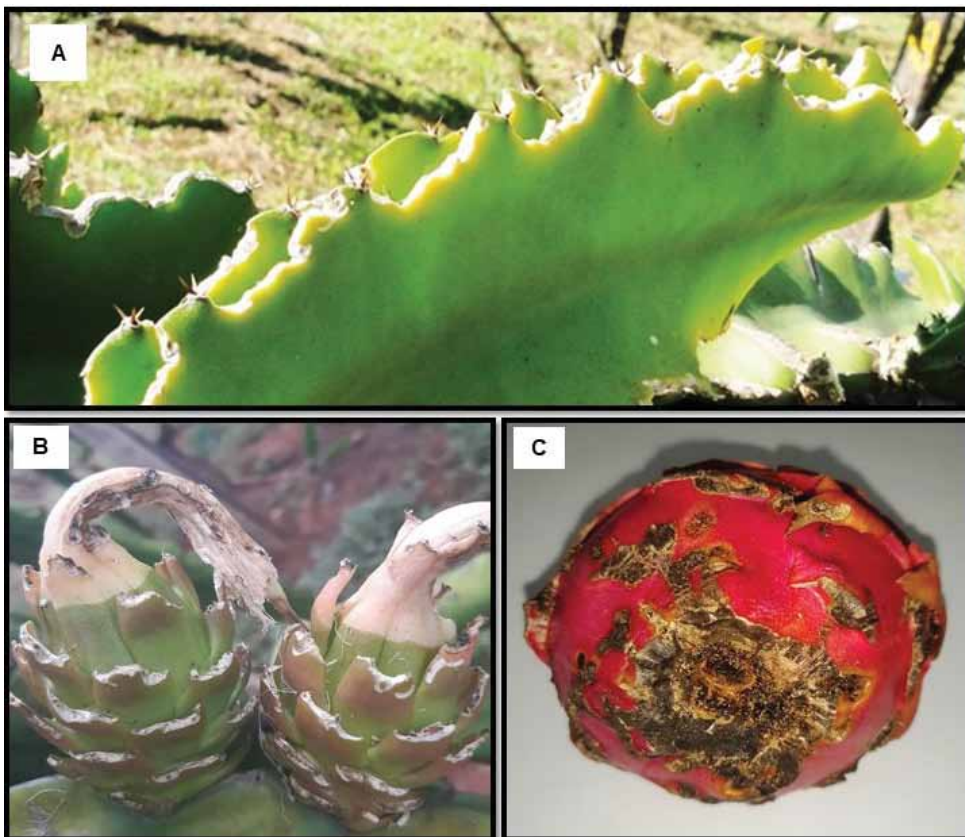


Figura 4. Ataque de formigas em pomar de *Selenicereus* spp. A - Injúrias nos cladódios jovens das plantas; B – injúrias nas pitaias verdes; C – injúrias leves nas pitaias maduras decorrentes do ataque das formigas no estágio verde

Fotos: Unidade experimental da UFVJM, Couto Magalhães de Minas, MG

As formigas cortadeiras utilizam partes vegetais frescas destacadas das plantas, por elas mesmas, como substrato para um fungo, que é sua base alimentar. Nesse grupo estão as formigas do gênero *Atta*. As espécies desse gênero são formigas saúvas, que apresentam três pares de espinhos no dorso do tórax. Ocorrem somente no continente americano, com dispersão desde o sul dos Estados Unidos (latitude 33° N) até o centro da Argentina (33° S). Na América do Sul, apenas o Chile e a ilha de Fernando de Noronha são livres da presença das saúvas. Canadá e Antilhas também não registraram presença deste gênero. Os ninhos dessas formigas são de fácil reconhecimento, devido ao monte de terras soltas que formam ao redor dos olheiros (entradas dos formigueiros). Geralmente, formam ninhos grandes, com várias entradas superficiais e grande número de câmaras subterrâneas.

A espécie *A. sexdens* apresenta operárias de coloração pardo-avermelhada, com morfometria de 11mm de comprimento e inúmeros pelos na cabeça e no abdômen (Figura 5A). São facilmente reconhecidas pelo odor característico que liberam ao serem esmagadas, com cheiro forte de limão, de onde advém seu nome comum, saúva-limão.

A espécie *A. cephalotes* é encontrada, predominantemente, em áreas florestais do Brasil, especialmente nos biomas Amazônia e Mata Atlântica. Os soldados são os mais facilmente reconhecidos desta espécie, por apresentarem cabeça brilhante, lisa na parte superior e muito pilosa na frente, com abdômen fosco e piloso. Seus ninhos são geralmente elevados na superfície do solo, visando evitar a umidade excessiva, e ficam em sombra de árvores, daí seu nome comum, saúva-da-mata.

Crematogaster evallans é encontrada em habitats de florestas úmidas, distribuída no Brasil, Colômbia, Costa Rica e Guatemala. Pouco se sabe sobre a fundação de colônias, a alimentação e o comportamento desta espécie. No entanto, em um levantamento feito em Minas Gerais tem sido a espécie mais frequente em pomares de pitaia (TAVARES et al., 2022).

Dorymyrmex brunneus é encontrada na Argentina, Bolívia, Brasil, Colômbia, Guiana Francesa, Guatemala, Guiana, Panamá, Paraguai e Suriname. É bem adaptada a ambientes antrópicos sendo observada em áreas abertas com vegetação rasteira, cafezais, áreas arborizadas para pastagem e áreas urbanas.

Dorymyrmex insanus é uma espécie que apresenta dieta variada, sendo encontrada nas regiões neártica (Estados Unidos) e neotropical (Brasil, Colômbia, Costa Rica, Cuba, El Salvador, Grandes Antilhas, Guatemala, Honduras, México, Panamá, Paraguai e Venezuela) e por isso pode causar danos nas áreas onde está presente.

Linepithema neotropicum ocorre na Argentina, Bolívia, Brasil, Colômbia, Costa Rica, Equador, Paraguai e Venezuela. Esta espécie habita uma gama considerável de habitats florestais desde o nível do mar até mais de 2.000 metros de altitude. A maioria dos registros desta formiga ocorreu em florestas úmidas tropicais ou subtropicais de várzea. No entanto, espécimes coletados no estado do Tocantins são de habitats de Cerrado.

O gênero *Solenopsis* spp. não é formado por formigas saúvas; as operárias são de coloração marrom-avermelhada, medindo entre 3,5 a 5mm, ou seja, bem menores que as saúvas (Figura 5B). Podem construir ninhos de colete (ao pé da planta) ou de enxame, formando saliências ou montículos na superfície do solo. Em geral, procuram solos de textura arenosa para se fixar. São conhecidas como formiga-de-fogo ou lava-pé devido à picada dolorida.



Figura 5. Adulto de formigas *Atta sexdens* (A) e *Solenopsis* sp. (B)

Foto: Cidália Gabriela Santos Marinho

O controle químico das formigas em pitaia é possível, sendo, até o momento, a única praga associada aos cultivos que tem recomendação de inseticidas sintéticos, à base de iscas granuladas tóxicas com sulfluramida (AGROFIT, 2022). Este é, atualmente, o método mais utilizado para o controle de formigas cortadeiras.

Por outro lado, pesquisadores têm se empenhado em encontrar outros métodos eficazes e de menor risco ambiental para a proteção de cultivos contra as formigas cortadeiras nas Américas. Estudos a partir de extratos de plantas tóxicas que apresentam substâncias que podem ser tóxicas às formigas, ao fungo ou a ambos (BUENO et al., 2005; CINTRA et al., 2005; MORINI et al., 2005; GOMES et al., 2016) têm sido realizados, sendo considerada uma das áreas com maiores perspectivas no manejo. Além disso, o controle biológico se destaca com a utilização de parasitoides (Diptera: Phoridae) (BRAGANÇA et al., 2008) ou fungos entomopatogênicos (SANTOS et al., 2020; STEFANELLI et al., 2021) e antagonistas (BARCOTO et al., 2016).

O controle mecânico pode ser utilizado em algumas situações, sendo de fácil aplicação, pois consiste na localização e na escavação dos ninhos das formigas na área infestada. No entanto, esta técnica é recomendada somente em pequenas áreas e quando os formigueiros estão superficiais, podendo ser realizada até três meses após a revoada de saúvas.

O controle cultural em áreas onde se realiza o preparo do solo com aração e gradagem pode muitas vezes matar as rainhas em formigueiros cujos ninhos sejam mais superficiais. A aplicação de barreiras físicas que evitem o acesso à planta pelas formigas é uma prática antiga e que pode também ser aplicada por pequenos produtores com resultados satisfatórios. Nos pomares de pitaia, a barreira precisa ser implementada na planta e no tutor, para evitar que formigas subam até a parte aérea. O cultivo próximo ao pomar, de plantas repelentes, como o gergelim (*Sesamum indicum* L.), por exemplo, é uma das práticas que podem ser implementadas de forma integrada, visando reduzir a incidência de formigas nos pomares.

7.2.2 Pulgão - *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae)

Os pulgões têm apresentado alta incidência nos cultivos de pitaita no Brasil (PINHEIRO et al., 2020; LONE et al, 2020), sendo a espécie *Myzus persicae* relatada como uma das que causam injúrias (PINHEIRO et al., 2020). Os adultos de *M. persicae* apresentam cerca de 2mm de comprimento, sendo a forma áptera de coloração verde-clara e a alada, verde-escura, com cabeça, antena e tórax pretos. Podem surgir em altas populações no campo, que resultam de revoadas da forma alada.

Pulgões são insetos sugadores com preferência por tecidos novos e macios e se alimentam dos fotoassimilados das plantas, principalmente nos ápices de crescimento, atrasando o desenvolvimento dos cladódios e causando deformidades. Os pulgões, após a alimentação, expelem um líquido açucarado que cai sobre os cladódios e os botões florais (Figura 6), favorecendo o desenvolvimento de um fungo (*Capnodium* spp.), que chega às vezes a recobrir toda a planta, dificultando o processo fotossintético e enfraquecendo o vegetal. Embora ainda não constatada, existe a possibilidade de transmissão de viroses por *M. persicae* para a pitaita, tal como ocorre em outras espécies vegetais (CASTRO et al., 2013).

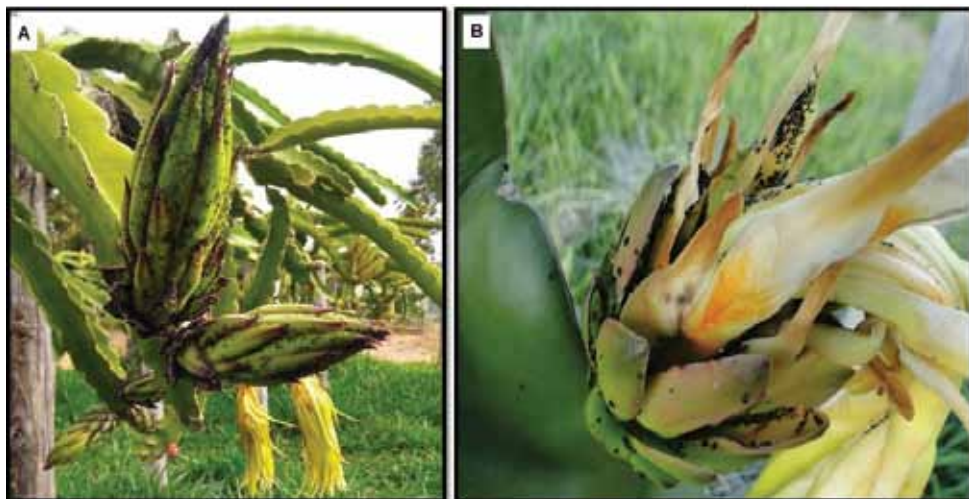


Figura 6. Ataque de pulgão em espécies de *Selenicereus* spp. e *Hylocereus* sp. A – Infestação em botões florais em *S. polyrhizus*; B – no botão floral da *S. undatus*

Fotos: Unidade experimental da UFVJM em Diamantina, MG

No caso do controle profilático, a cobertura do solo com palhada (casca de arroz, por exemplo), que atua como repelente de pulgões pode ser utilizada. A irrigação por aspersão é também uma ótima forma de controle, uma vez que os pulgões são facilmente carreados pela água. Diversas caldas caseiras como calda de fumo (*Nicotiana tabacum* L.), de pimenta-do-reino, de alho e de sabão são recomendadas no controle dessa praga. O preparo dessas caldas pode ser de várias maneiras, dentre elas a que está apresentada no capítulo 11. O óleo de nim também é uma alternativa para o controle. Alguns trabalhos já comprovaram o efeito do nim no controle de pulgões (*M. persicae*) nas concentrações de 1% e 2% (CARVALHO et al., 2008).

O controle biológico de pulgões é realizado por joaninhas e, assim, o plantio de espécies atrativas, como a erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill), próximas ao pomar, auxilia no controle (AGUIAR-MENEZES & SILVA, 2011).

7.3 Pragas da fase produtiva

7.3.1 Abelha arapuá - *Trigona spinipes* (Hymenoptera: Apidae: Meliponinae)

A abelha arapuá, *Trigona spinipes*, foi relatada em Minas Gerais, nas espécies de pitaia *S. undatus* e *H. polyrhizus* (MARQUES et al., 2012; ALVES et al., 2018). Os insetos atacam do início da formação do botão floral até a maturação das pitaias (Figura 7). O ataque às frutas, nos estágios verde e maduro, promove danos, depreciando-as para comercialização (Figura 7E). A depreciação ocorre porque as abelhas raspam a casca das frutas, deixando a superfície necrosada e de coloração marrom, e, em casos, mais extremos, é possível verificar a presença de orifícios nas frutas atacadas. Além das injúrias provocadas pelo ataque direto na fruta, os tecidos ficam expostos e pode ocorrer a entrada de patógenos, acarretando problemas ainda maiores na produção. Os danos nos botões florais e nas flores acontecem pela realização de furos para coletar o néctar do botão e o pólen das flores abertas.

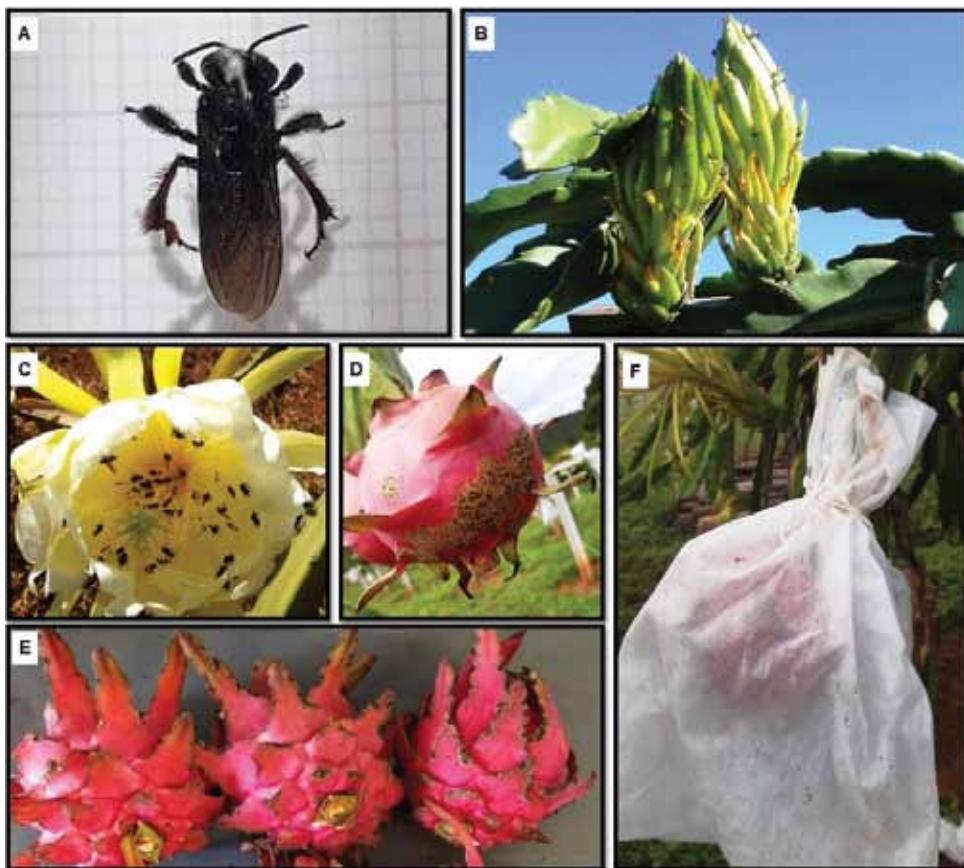


Figura 7. Abelha arapuá em pomar de pitiaia. A - Adulto da abelha arapuá; (Foto: Marcus Alvarenga Soares). B e C - danos nos botões e na flor aberta causados pelo ataque das abelhas; D - injúrias causadas na fase de pós-antese, E - pitaias maduras desclassificadas para a comercialização devido às injúrias na casca; F – ensacamento das pitaias para evitar o ataque das abelhas e outros insetos
Fotos: Unidade experimental da UFVJM, em Couto Magalhães de Minas, MG

Curiosamente, a abelha arapuá é uma das principais pragas da pitiaia em sua fase produtiva e, ao mesmo tempo, é um dos mais frequentes visitantes florais diurnos. Ela está presente na pré-antese e durante a fase final de abertura da flor, nas primeiras horas da manhã, em grande quantidade, carregando o pólen das flores. Essas abelhas apresentam comportamento agressivo contra outros visitantes florais, dominando as flores e atacando qualquer outro visitante em potencial que se aproxime, especialmente abelhas *Apis mellifera*. Embora descritas como polinizadoras eficientes de algumas espécies agrícolas, essas abelhas não são consideradas importantes polinizadoras nos pomares de pitiaia (ver capítulo 3).

O monitoramento da arapuá nos pomares é necessário, embora seja um inseto muito controverso devido ao seu potencial de causar danos severos às flores e aos frutos e perdas na produção. Essa espécie de abelha pertence a um grupo de diversas abelhas nativas sem ferrão (ALVES, et al., 2018). É encontrada tipicamente nas regiões tropicais e em algumas regiões de clima temperado subtropical, até 30 graus de latitude norte e sul (PRONÍ, 2000). De acordo com este autor, tem sido observada na maior parte da América Neotropical, desde o estado brasileiro do Rio Grande do Sul até o México, além de África, Austrália, Índia, Indonésia e Malásia. A arapuá é ainda um dos insetos com maior frequência em regiões do Cerrado mineiro, tendo sido classificada, por Damascena et al. (2017), como uma espécie de ocorrência comum.

As abelhas sem ferrão, no Brasil, são protegidas pela lei de crimes ambientais, Lei n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 (BRASIL, 1998). Está incluída neste grupo a abelha arapuá, não sendo possível nenhum tipo de controle químico ou a destruição dos ninhos desta espécie.

Um dos métodos que podem ser utilizados para minimizar o ataque da arapuá nas áreas muito afetadas é o ensacamento de frutas, que pode ser realizado com papel manteiga, saco plástico de polietileno ou tecido não tecido (TNT), visando diminuir o percentual de frutas danificadas (Figura 7F). A prática pode reduzir a espessura da casca, mas contribui para a produção de frutas com qualidade para comercialização, protegendo-as de injúrias causadas pelas abelhas ou pelos pássaros. Essa técnica mostrou redução significativa do total de frutas danificadas e defeituosas de 66,7%-72,6% para 13,7%-33,3%, como observado por Tran et al. (2015).

Outra possibilidade de manejo para facilitar a convivência com as abelhas arapuá é a conservação dos habitats naturais, no entorno das áreas frutícolas, diversificando as possibilidades de recursos disponíveis ou o enriquecimento da área com plantas atrativas à arapuá (DRUMOND et al., 2019). De acordo com estes autores, não há estudos sistematizados que indiquem a melhor combinação entre as plantas atrativas que podem ser utilizadas para mitigar os danos em pomares de espécies frutíferas. Porém, em registros pontuais, observou-se em pomares a visita das abelhas (*T. spinipes*) preferencialmente em plantas como a corda de viola (*Pavonia* spp.), a malva-grossa (*Sida cordifolia*), a malva-rasteira (*Herissanthia crista*) e a jetirana-peluda (*Merremia aegyptia*, Convolvulaceae) (KIILL et al., 2000), além de algumas espécies de Passiflora (MALERBO-SOUZA et al., 2002; BOIÇA JÚNIOR. et al., 2004; KIILL & SIQUEIRA, 2006).

Um ponto importante ao utilizar espécies de plantas atrativas as abelhas arapuás é a distância em relação ao pomar. Drumond et al. (2019) destacam que o enriquecimento deve ser realizado em áreas que ficam no entorno dos plantios, visto que as plantas atrativas às pragas podem atrair os insetos polinizadores.

O fornecimento de atrativos artificiais nas entrelinhas e/ou na área de entorno dos pomares também contribui para afastar abelhas arapuás (DRUMOND et al., 2019). Entre os atrativos que podem ser utilizados são citados água com mel, água com açúcar, café com açúcar ou chás (SIQUEIRA et al., 2014). De acordo com estes autores, o café com açúcar parece ser mais eficiente, quando comparado à água com açúcar e chás.

7.3.2 Ácaros - *Tetranychus* spp. (Acari: Tetranychidae)

Ácaros são artrópodes da classe Arachnida e várias espécies são herbívoras, especialmente aquelas do gênero *Tetranychus* spp. (Figura 8). A ocorrência de ácaros tetraniquídeos foi relatada em escamas de pitaia na Colômbia, causando injúrias de cor vermelha, o que afeta qualitativamente as frutas, depreciando o seu valor comercial (MEDINA & KONDO, 2012).



Figura 8. Ácaro fitófago do gênero *Tetranychus* sp.

Foto: Bárbara Monteiro de Castro e Castro

A maioria dos ácaros adultos mede entre 0,25mm e 0,75mm de comprimento, com espécies ainda menores. O grupo apresenta, aproximadamente, 55 mil espécies descritas. Novas espécies são encontradas rotineiramente (KRANTZ & WALTER, 2009).

Várias espécies de ácaros ocorrem em todas as regiões do país e causam sérios problemas em diversas espécies cultivadas, como por exemplo em citros, maracujazeiro e abacaxizeiro. O monitoramento deve ser realizado com auxílio de lupa (10 vezes).

O grau de incidência de ácaros no campo é muito influenciado por fatores climáticos e, especialmente condições com clima seco e quente, favorecem as populações de Tetranychidae. Indivíduos desta família são característicos por produzirem uma teia na superfície da planta, que serve de abrigo para a colônia. Ocorrem em reboleiras nas plantas cultivadas.

Os ácaros apresentam estiletos em seu aparelho bucal, que utilizam para perfurar as células da epiderme do vegetal, liberando o conteúdo celular, que é sugado através da bomba faringiana. Em função dessa injúria, as áreas atacadas apresentam coloração alterada ou senescência.

O controle de ácaros fitófagos pode ser feito pela irrigação, pois a aspersão aumenta a umidade na planta, o que reduz as populações de ácaros. O ácaro predador *Phytoseiulus macropilis* (Acari: Phytoseiidae) foi registrado como o principal controlador de ácaros fitófagos da família Tetranychidae e, portanto, um agente biológico promissor (CASTRO et al., 2014).

7.3.3 Moscas das frutas *Anastrepha* spp. e *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae)

A espécie de pitaia *Selenicereus undatus* é hospedeira das moscas das frutas *Anastrepha* sp. e *Ceratitis* sp. (INVASIVE.ORG, 2015). Os adultos desses insetos são moscas que ovipositam as frutas e suas larvas as danificam quando iniciam maturação.

As moscas das frutas pertencem a um dos grupos de insetos mais prejudiciais à agricultura mundial. Existem espécies em todos os continentes e em praticamente todos os ambientes, causando perdas diretas. As exigências em países importadores de frutas *in natura* têm sido crescentes em termos de qualidade, especialmente com relação à ausência de insetos. Muitos países importadores têm implantado barreiras quarentenárias, visando impedir a introdução de espécies exóticas de moscas das frutas em seus territórios, o que obriga países exportadores a aprimorar suas técnicas de controle.

O gênero *Anastrepha* é representado por, aproximadamente, 200 espécies, das quais 121 ocorrem no Brasil, sendo sete particularmente importantes (ZUCCHI, 2007). Adultos de *Anastrepha* spp. medem, em média, 6,5mm de comprimento (ZUCCHI, 2000), apresentando cor predominantemente amarela (Figura 9). Os ovos são alongados e brancos. As fêmeas adultas ovipositam nas frutas próximo à maturação. Estas fêmeas comumente caminham sobre a fruta para encontrar o melhor local para oviposição; elas introduzem o ovipositor através da casca no mesocarpo. Em seguida, a fêmea faz um movimento para alargar o orifício, onde coloca os ovos.



Figura 9. Adulto de mosca das frutas *Anastrepha* sp.

Foto: Marcus Alvarenga Soares

As larvas de *Anastrepha* spp. têm coloração branco-amarelada e com formato vermiforme, ou seja, são ápodas, afiladas na parte anterior e arredondadas na posterior. Logo após a eclosão, as larvas penetram no endocarpo, fazendo galerias em direção ao centro. Quando retiradas da fruta, apresentam o comportamento de dobrar o corpo e saltar. No final do período larval, abandonam os frutos e, em seguida, aprofundam-se no solo, em até 10cm, para pupação. A pupa é de coloração marrom-escura, obtecta e com cerca de 5mm. O ciclo completo das moscas das frutas dura, em média, 30 dias.

No Brasil, a espécie *A. fraterculus*, conhecida como mosca sul-americana causa danos regularmente nos pomares de diversas espécies frutíferas, afetando a produção e a qualidade de frutas. Assim como as demais, as injúrias provocadas pela mosca sul-americana são causadas tanto pela oviposição das fêmeas nas frutas ainda verdes, quanto pelo hábito carpófago das larvas que, durante a alimentação, abrem galerias, provocando alteração no sabor, amadurecimento precoce e apodrecimento das frutas. Várias espécies de frutíferas nativas são hospedeiras dessa espécie, as quais proporcionam a migração das populações do inseto para os pomares (SANTOS, 2020).

A espécie *A. barbiellinii* foi relatada nos estados de ES, RJ, SP, PR, SC, RS, MG e MS em uma espécie de Cactaceae (*Pereskia* sp.) (ZUCCHI, 1983; MARSARO JÚNIOR et al., 2011; GARCIA & NORRIBOM, 2011, MARSARO JÚNIOR, 2014; ALMEIDA et al., 2018). As fêmeas dessa mosca ovipositam e as larvas se desenvolvem nas frutas. Essa espécie pode vir a se tornar uma praga de importância econômica nas espécies de pitaiá no Brasil (OLIVEIRA, 2018). A hipótese de que a pitaiá pode tornar-se hospedeira em potencial para *A. barbiellinii* foi levantada considerando os relatos da Colômbia, citando infestações de *A. fraterculus* na pitaiá (*Acanthocereus pitahaya* Dugan) e no figo-da-índia (*Opuntia ficus-indica*) (NUÑEZ-BUENO, 1999).

O gênero *Ceratitidis* é representado por uma única espécie no Brasil, *C. capitata*. Essa espécie é originada do Mediterrâneo, de países com cultivos de laranjas, maçãs, pêssegos, etc. (LIQUIDO et al., 1991), e foi detectada no Brasil em 1905 (HEMPEL, 1905). Por já existir registro de ocorrência na espécie *S. undatus*, representa uma grande ameaça para a produção de pitaiá nacional. O adulto dessa espécie é uma mosca de 4mm a 5mm de comprimento por 15mm de envergadura, com coloração predominantemente amarela. Os olhos são castanho-violáceos. O abdômen é amarelo, com duas listras transversais acinzentadas e as asas exibem listras amarelas e sombreadas. A biologia é semelhante à de *Anastrepha*.

O controle das moscas das frutas pode ser feito por coleta massal do inseto, com o uso de armadilhas com iscas, podendo ser proteína hidrolisada ou suco de fruta. A utilização de armadilhas também serve para o monitoramento e avaliação do nível de infestação. Em pequenas áreas, pode ser utilizado o ensacamento dos frutos.

O controle biológico com o fungo *M. anisopliae* tem apresentado bons resultados no controle das espécies *A. fraterculus* e *C. capitata* (DESTÉFANO et al., 2005; BISSOLLI et al., 2014). A vespa parasitoide das larvas da mosca-da-fruta, *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) (MARINHO et al., 2009) também pode ser utilizada no biocontrole. No Brasil existem biofábricas que produzem e comercializam esse parasitoide que pode ser utilizado pelos produtores em liberações para o controle biológico aplicado. Além disso, a técnica do inseto estéril tem se mostrado promissora para controle da *C.*

capitata e sua expansão no Brasil tem protegido as áreas de fruticultura contra a infestação de mosca-do-mediterrâneo (MALAVASI & NASCIMENTO, 2003; PARANHOS, 2005).

7.3.4 Percevejo - *Leptoglossus zonatus* (Hemiptera: Coreidae)

Os percevejos atacam os botões florais de espécies de pitaia. Há relatos de que adultos e ninfas causam danos aos botões florais e aos cladódios (OSORNO, 2003). O habito alimentar deles é sugador, podendo murchar e apodrecer os órgãos atacados (LONE et al., 2020).

Os percevejos da espécie *Leptoglossus zonatus* medem cerca de 20mm de comprimento, e têm coloração marrom-escura, com duas manchas amarelas circulares no pronoto e uma faixa transversal em formato zigue-zague, também amarela, nas asas. Porém, o detalhe anatômico mais característico dos adultos desta espécie são as expansões foliares nas duas tíbias posteriores (Figura 10A). Os ovos dessa espécie de percevejo são colocados em posturas, em linha reta, e deles eclodem ninfas alaranjadas, com comportamento gregário quando nos primeiros instares.

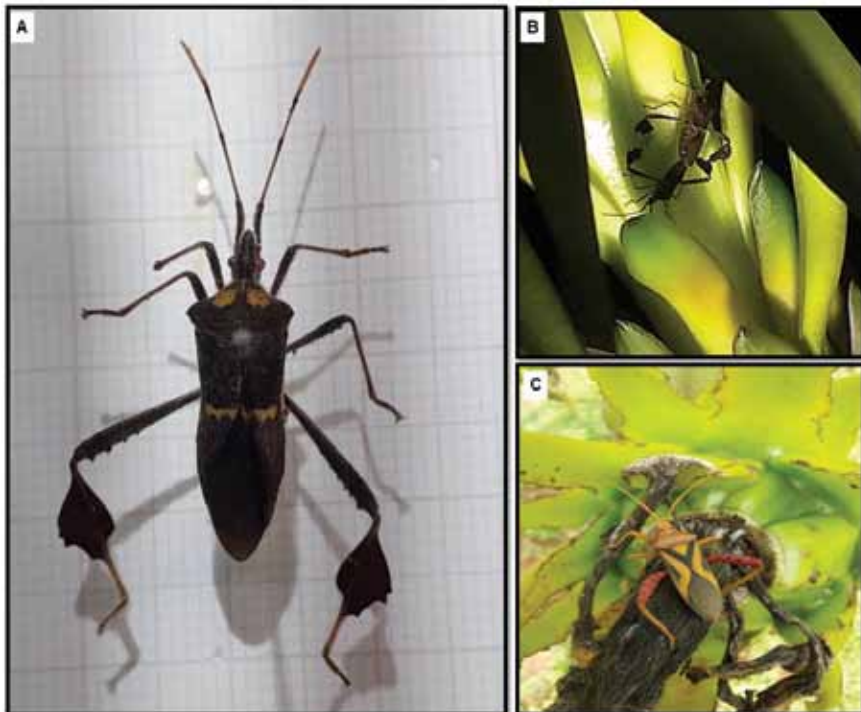


Figura 10. Percevejos em *Selenicereus* spp. A - Adulto de *Leptoglossus zonatus*; B – casal da espécie *L. zonatus*, durante acasalamento. C – Outra espécie de percevejo da família Coreidae, que tem sido observada em pomares de pitaia em Minas Gerais

Fotos: Marcus Alvarenga Soares; José Carlos Barbosa dos Santos e Deilson de Almeida Alves

O controle profilático pode ser realizado com a aplicação de óleo de nim nos cladódios. O controle biológico desses insetos pode ser realizado com fungos entomopatogênicos *B. bassiana* e *M. anisopliae* (GRIMM & GUHARAY, 1998; SANCHEZ et al., 2016).

7.4 Considerações finais

O conhecimento das espécies de pragas que ocorrem em pomares de pitaia e das injúrias causadas por elas, das metodologias de monitoramento e dos métodos de controle dos insetos, bem como a assistência técnica para os produtores, são gargalos fitossanitários para o cultivo dessa espécie frutífera no Brasil. Esperamos, com este capítulo, ter contribuído para reunir informações úteis para estudiosos e produtores dessa espécie frutífera fascinante.

REFERÊNCIAS

- AGROFIT - **Sistemas de agrotóxicos fitossanitários**. Consulta de Produtos Formulados. http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 31 jan. 2022.
- AGUIAR-MENEZES, E.L.; SILVA, A.C. **Plantas atrativas para inimigos naturais e sua contribuição no controle biológico de pragas agrícolas**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2011. 60 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 283).
- ALMEIDA, L.B.M.; COELHO, J.B.; UCHOA, M.A. Moscas das frutas, hospedeiros e parasitoides no Parque Nacional da Serra da Bodoquena, MS, Brasil. In: Congresso Brasileiro de Zoologia XXXII, 2018, Foz do Iguaçu. **Anais....** Curitiba: Sociedade Brasileira de Zoologia, 2018.
- ALVES, D.A.; LIMA, J.E.; SOARES, M.A.; RABELO, J.M.; CRUZ, M.C.M. Ataque de *Trigona spinipes* (Fabr.) (Hymenoptera: Apidae: Meliponinae) em pitaita *Hylocereus undatus* (Haw.) e *Hylocereus polyrhizus* (Weber) (Cactaceae) em Couto de Magalhães de Minas, Minas Gerais, Brasil. **Entomobrasília**, v. 11, p. 223-225, 2018. DOI: 10.12741/ebrasilis.v11i3.753
- BARCOTO, M. O.; PEDROSA, F.; BUENO, O.C.; RODRIGUES, A. Pathogenic nature of *Syncephalastrum* in *Atta sexdens rubropilosa* fungus gardens. **Pest Management Science**, 2016. DOI: 10.1002/ps.4416
- BAVARESCO, A.; GARCIA, M. S.; GRÜTZMACHER, A. D.; FORESTI, J.; RINGENBERG, R. Biologia e exigências térmicas de *Spodoptera cosmioides* (Walk.) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, v.31, n.1, 2002. DOI: 10.1590/S1519-566X2002000100007
- BENASSI, V.L.R.M.; VALENTE, F.I.; COMERIO, E.F.; CARVALHO, S. Lagarta- falsa-medideira, *Pseudoplusia includens* (WALKER, 1857), nova praga do maracujazeiro no Espírito Santo. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.34, n.3, pp.941-943. 2012. DOI: 10.1590/S0100-29452012000300038
- BISSOLLI, G.; CORREIA, A.C.B.; BARBOSA, J.C. Seleção de fungos patogênicos para controle de larvas e pupas da mosca-das-frutas *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae). **Científica**, v.42, n.4, p.338-345, 2014. DOI: 10.15361/1984-5529.2014v42n4p338-345
- BOIÇA JÚNIOR, A.L.; SANTOS, T.M.; PASSILONGO, J. *Trigona spinipes* (Fabr.) (Hymenoptera: Apidae) em espécies de maracujazeiro: flutuação populacional, horário de visitação e danos às flores. **Neotropical Entomology**, v. 33, n. 2, p. 135-139, 2004. DOI: 10.1590/S1519-566X2004000200002
- BRAGANÇA, M.A.L.; SOUZA, L.M.D.; NOGUEIRA, C.A.; DELLA LUCIA, T.M.C. Parasitism by

Neodohrniphora spp. Malloch (Diptera, Phoridae) on workers of *Atta sexdens rubropilosa* Forel (Hymenoptera, Formicidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 52, n. 2, p. 300-302, 2008. DOI: 10.1590/S0085-56262008000200011

BRASIL, Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei Nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1998.

BUENO, F.C.; GODOY, M.P.; LEITE, A.C.; BUENO, O.C.; PAGNOCCA, F.C.; FERNANDES, J.B.; HEBLING, M.J.A.; BACCI JR. M.; VIEIRA, P.C.; SILVA, M.F.G.F. Toxicity of *Cedrela fissilis* to *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae) and its symbiotic fungus. **Sociobiology**, Chicago, v.45, n. 2, p. 389-399, 2005.

CARVALHO, G.A.; SANTOS, N.M.; PEDROSO, E.C.; TORRES, A.F. Eficiência do óleo de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) no controle de *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758) e *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) em couve-manteiga *Brassica oleracea* Linnaeus var. *Acephala*. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 75, n. 2, 2008. DOI: 10.1590/1808-1657v75p1812008

CASTRO, B.M.C.; SOARES, M.A.; ANDRADE JUNIOR, V.C.; FADINI, M.A.M.; FERREIRA, J.A.M.; MORAES, G.J. The predatory mite *Phytoseiulus macropilis* (Acari: Phytoseiidae) occurring on sweet potato (*Ipomoea batatas*) plants in Diamantina, Minas Gerais State, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 74, p. 685-686, 2014. DOI: 10.1590/bjb.2014.0078

CASTRO, B.M.C.; SOARES, M.A., ANDRADE JUNIOR, V.C., PIRES, E.M. Batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.): Um novo hospedeiro para *Brevicoryne brassicae* (L.) e *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). **Comunicata Scientiae**, v. 4, p. 220-223, 2013.

CINTRA, P.; BUENO, F.C.; BUENO, O.C.; MALASPINA, O.; PETACCI, F.; FERNANDES, J. B. Astilbin toxicity to leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, v. 45, n. 2, p. 347-353, 2005.

COSTA, A.C.; RAMOS, J.D.; MENEZES, T.P.; LAREDO, R.R.; DUARTE, M.H. Quality of pitaiá fruits submitted to field bagging. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, e-377, 2017. DOI: 10.1590/0100-29452017.

DAMASCENA, J.G.; LEITE, G.L.D.; SILVA, F.W.S.; SOARES, M.A.; GUANABENS, R.E.M.; SAMPAIO, R.A.; ZANUNCIO, J.C. Spatial distribution of phytophagous insects, natural enemies, and pollinators on *Leucaena leucocephala* (Fabaceae) trees in the Cerrado. **Florida Entomologist**, v. 100, p. 558-565, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1653/024.100.0311>

DESTÉFANO, R.H.R.; BECHARA, I.J.; MESSIAS, C.L.; PIEDRABUENA, A.E. Effectiveness of *Metarhizium anisopliae* against immature stages of *Anastrepha fraterculus* fruit fly (Diptera: Tephritidae). **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v.36, n.1, p.94-99, 2005. DOI: 10.1590/S1517-83822005000100018

DRUMOND, P.M.; RIBEIRO, M.F.; KIILL, L.H.P.; SANTOS, R.S. **Aprendendo a conviver com as abelhas-arapuás em sistemas agrícolas**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2019. 35 p.: il. color. – (Documentos / Embrapa Acre, 158).

FERREIRA, T.E.; FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; CAMARGO, A.J.A.; TESTON, J.A.; SPECHT, A. First record of *Isia alcumena*, *Spodoptera cosmioides* and *S. eridanía* (Lepidoptera: Noctuoidea) attacking passion fruit (*Passiflora edulis* Sims) in Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, n. 5, e047, 2019. DOI: 10.1590/0100-29452019047

GARCIA, F.R.M.; NORRBOM, A.L. Tephritoid flies (Diptera, Tephritoidea) and their plant hosts from the state of Santa Catarina in southern Brazil. **Florida Entomologist**, v. 94, n. 1, 151-157, 2011. DOI: 10.1653/024.094.0205

GOMES, M.C.A.R.; PAULA, V.F.; MOREIRA, A.A.; CASTELLANI, M.A.; MACEDO, G.E.L. Toxicity of plant extracts from Bahia, Brazil, to *Atta sexdens sexdens* workers (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, v. 63, n. 2, p. 770-776, 2016. DOI: 10.13102/sociobiology.v63i2.936

GRIMM, C.; GUHARAY, F. Control of leaf-footed bug *Leptoglossus zonatus* and shield-backed bug *Pachycoris klugii* with entomopathogenic fungi. **Biocontrol Science and Technology**, v. 8, n. 3, p. 365-376, 1998. DOI: 10.1080/09583159830171

HEMPEL, A. Contribuição à biologia do *Ceratitís capitata* Wied. **Boletim de Agricultura**, v.6, p.353-354, 1905.

INVASIVE.ORG. Center for invasive species and ecosystem health 2015. Nightblooming cactus, *Hylocereus undatus* (Haw.) Britt. & Rose. Disponível em: <http://www.invasive.org/browse/detail.cfm?imgnum=0019025>. Acesso em: 13 out. 2020.

JESUS, L.M.; SOUZA, T.A.A.; SILVA, R.S.; ARAÚJO, F.H.V.; PICANÇO, M.C.; MARTINS, J.C. First report of *Chrysodeixis includens* (Walker, [1858]) (Lepidoptera: Noctuidae) in the dragon fruit (*Hylocereus undatus*) (Cactaceae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 82, p. e238635, 2022. DOI: 10.1590/1519-6984.238635

KIILL, L.H.P.; HAJI, F.N.P.; LIMA, P.C.F. Visitantes florais de plantas invasoras de áreas com fruteiras irrigadas. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 3, p. 575-580, 2000. DOI 10.1590/S0103-90162000000300034

KIILL, L.H.P.; SIQUEIRA, K.M.M. (Coord.). **Diagnóstico de polinizadores no Vale do São Francisco**: estratégias de manejo de polinizadores de fruteiras no Sub-Médio do Vale do São Francisco. Petrolina: Embrapa Semi-Árido; PROBIO, 2006. CD-ROM.

KOGAN, M. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. **Annual Review of Entomology**, v. 43, p. 243-270. 1998. DOI: 10.1146/annurev.ento.43.1.243.

KRANTZ, G.W.; WALTER D.E. **A manual of Acarology**, 3ªed. 2009. 807p.

LANA, U.G.P.; TAVARES, A.N.G.; AGUIAR, F.M.; GOMES, E.A.; VALICENTE, F.H. **Avaliação da qualidade de biopesticidas à base de *Bacillus thuringiensis* produzidos em sistema "on farm"**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2019. 21 p.: il. -- (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo, 191).

LIQUIDO, N.J.; SHINODA, L.A.; CUNNINGHAM. Host plants of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae): an annotated world review. Miscellaneous Publication 77. **Entomological Society of America**, Lanham, MD, 1991. 52 p.

LONE, A.B.; BELTRAME, A.B.; SILVA, D.A.; GUIMARÃES, G.G.F.; HARO, M.M.; MARTINS, R.S. **Cultivo de Pitaia**. Florianópolis, 2020. 44p. (Epagri. Boletim Técnico, 196)

MALAVASI, A.; NASCIMENTO, A.S. Programa Biofábrica Moscamed Brasil. In: Simpósio de controle biológico, 8., 2003, Águas de São Pedro. **Resumos...Águas de São Pedro**: SEB, 2003. p. 52.

MALERBO-SOUZA, D.T.; NOGUEIRA-COUTO, R.H.; TOLEDO, V.A.A. Insetos associados às flores de diferentes espécies de maracujá (*Passiflora* spp.). **Acta Scientiarum: Agronomy**, v. 24, p. 1269-1274, 2002. DOI: 10.4025/actasciagron.v24i0.2280

MARINHO, C.F.; SOUZA-FILHO, M.F.S.; RAGA, A.; ZUCCHI, R.A. Parasitoides (Hymenoptera: Braconidae) de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no estado de São Paulo: plantas associadas e parasitismo. **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 3, p. 321-326, 2009.

MARQUES, V.B.; ARAÚJO, N.A.; MOREIRA, R.A.; RAMOS, J.D.; RIZENTAL, M.S. Ocorrência de insetos na pitaia no município de Lavras-MG. **Revista Agrarian**, v. 5, n. 15, p. 88-92, 2012.

MARSARO JÚNIOR, A.L.; SOUZA FILHO, M.F.; SILVA, R.A.; STRIKIS, P.C. First report of natural infestation of *Pereskia aculeata* MILL. (Cactaceae) by *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) in Brazil. **Revista de Agricultura**, v.86, n. 2, p. 151-154, 2011.

MARSARO JÚNIOR, A.L.M. Novos registros de hospedeiros de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) para o Rio Grande do Sul. **Revista de Agricultura**, v. 89, n. 1, p. 65-71, 2014.

MARTINEZ, S.S. (Ed.). **O nim – Azadirachta indica: natureza, usos múltiplos, produção**. Londrina: IAPAR, 2002. 142p.

MEDINA S.J.A.; KONDO, T. Listado taxonómico de organismos que afectan la pitaya amarilla, *Selenicereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran (Cactaceae) en Colombia. **Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria**, v. 13, p. 41-46. 2012. DOI: 10.21930/rcta.vol13_num1_art:238.

MORINI, M.S.C.; BUENO, O.C.; BUENO, F.C.; LEITE, A.C.; HEBLING, M.J.A.; PAGNOCCA, F.C.; FERNANDES, J.B.; VIEIRA, P.C.; SILVA M.F.G.F. Toxicity of sesame seed to leaf-cutting Ant *Atta sexdensrubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, Chicago, v. 45, n. 1, p. 195-204, 2005.

NOBEL, P.S. **Cacti: biology and uses**. University of California Press, Los Angeles, California. 2002.291 p.

NUÑEZ-BUENO, L. La Mosca Suramericana de las frutas, *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) en Colombia. In: The South American Fruit fly, *Anastrepha fraterculus* (Wied.); advances in artificial rearing, taxonomic status and biological studies. **Proceedings of the Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture**, Chile. 1999. 163-171p.

OLIVEIRA, M.P. **Diversidade de *Anastrepha Schiner*, 1868 (Diptera: Tephritidae) no Parque Nacional da Serra da Bodoquena-MS, Brasil**. 2018. 82 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados: UFGD. 2018.

OSORNO, M.E.C. **Fluctuación poblacional del picudo negro (*Metamasius fareihstratoforiatus*) y chinche pantón (*Leptoglossus zonatus*) en el cultivo de la pitahaya (*Hylocereus undatus* Britton & Rose) en los departamentos de Masaya y Carazo**. 52 p. Trabajo de Diploma - Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua, 2003.

PARANHOS, B.A.B. **Técnica do Inseto Estéril e Controle Biológico: Métodos Ambientalmente Seguros e Eficazes no Combate às moscas-das-frutas**. In: Simpósio De Manga Do Vale Do Rio São Francisco, 1., 2005. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/OPB63ID-egwWrmJdPY.pdf>. Acesso em: 26 janeiro 2021.

PINHEIRO, W.L.; AVIZ, M.A.B.; NEVES, D.V.C.; ARAÚJO, J.D.; SILVA, R.S.; PICANÇO, M.C. Principais pragas em cultivos de pitáia no Brasil. II Workshop Internacional de Defesa Sanitária Vegetal, 2020, Viçosa, MG. **Anais...**, Viçosa, MG. 2020. p. 145. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1SO6NqXKisCk JrVQ_bz4x3EwYNPVLWJD4/view. Acesso em: 06 nov. 2020.

PIRES, E.M.; MANICA, C.L.M.; NOGUEIRA, R.M.; CARNEIRO, J.S.; RODRIGUES, W.C.; SOARES, M.A. *Coleus barbatus* Benth and *Ocimum basilicum* L. (Lamiaceae), new host plants to *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) in Sinop, State of Mato Grosso, Brazil. **EntomoBrasilis**, v. 7, p. 62-64, 2014. DOI:10.12741/ebrasilis.v7i1.363.

PIRES, E.M.; NOGUEIRA, R.M.; OLIVEIRA, M.A.; SOARES, M.A. *Punica granatum* L. (Lythraceae), a new host plant for *Edessa meditabunda* (Fabricius, 1974) (Hemiptera: Pentatomidae) in Mato Grosso, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 84, p. e259144, 2022. (ahead of print)

PRONÍ, E.A. Biodiversidade de abelhas indígenas sem ferrão (Hymenoptera: Apidae: Meliponinae) na Bacia do Rio Tibagi, estado de Paraná, Brasil. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 3, p. 145-150. 2000.

SANCHEZ, O.D.B.; CORTERO, G.H.C.; GOMEZ, V.R.C.; SANCHEZ, J.A.C. Biological control of leaf-footed bug in purging nut under laboratory conditions. **Revista mexicana de ciencias agrícolas**, v. 7, n. 8, p.1973-1983, 2016.

SANTOS, I.C.S.; CASTRO, I.A.; PORTELA, V.O.; SIQUEIRA, E.L.S.; ANTONIOLLI, Z.I. Biocontrol of Ants of the *Acromyrmex* Genus with fungus entomopathogenic. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. e3089108494, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i10.8494.

SANTOS, J.P. Frutíferas hospedeiras multiplicadoras de mosca-das-frutas para pomares de macieira em Santa Catarina. **Revista da Fruta**, v. 7, n. 25, p. 18-18, 2020.

SIQUEIRA, K.M.M.; KIILL, L.H.P.; ARAÚJO, F.P. Proposta de manejo de polinizadores em espécies de Passifloraceae no Vale do Submédio do São Francisco. In: YAMAMOTO, M.; OLIVEIRA, P.E.; GAGLIANONE, M.C. **Uso sustentável e restauração da diversidade dos polinizadores autóctones na agricultura e nos ecossistemas relacionados**: planos de manejo. Rio de Janeiro: Funbio, 2014. p. 345-367.

SPECHT, A.; PAULA-MORAIS, S.V.; SOZA-GOMEZ, D.R. Host plants of *Chrysodeixis includes* (Walker) (Lepidoptera, Noctuidae, Plusiinae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 59, p. 343-345, 2015. DOI: 10.1016/j.rbe.2015.09.002

STEFANELLI, L.E.P.; MOTA FILHO, T.M.M.; CAMARGO, R.D.S.; MATOS, C.A.O.D.; FORTI, L.C. Effects of Entomopathogenic Fungi on Individuals as Well as Groups of Workers and Immatures of *Atta sexdens rubropilosa* Leaf-Cutting Ants. **Insects**, 2021, v. 12, n. 10. DOI: 10.3390/insects12010010

STÜPP, J.J.; BOFF, M.I.C.; GONÇALVES, P.A.S. Manejo de *Diabrotica speciosa* com atrativos naturais em horta orgânica. **Horticultura Brasileira**, v.24; p.442-445, 2006. DOI: 0.1590/S0102-05362006000400009

TAVARES, W.S.; DELABIE, J.H.C.; ZANUNCIO, J.C. Ant (Hymenoptera; Formicidae) diversity and activity in an urban plantation of dragon fruit (Cactaceae) in the state of Minas Gerais, Brazil. **Entomological Intelligencer**, v. 1, n. 3, pp. 1-4, 2022.

TRAN, D.H.; YEN, C.R.; CHEN, Y.K.H. Effects of bagging on fruit characteristics and physical fruit protection in red pitaya (*Hylocereus* spp.). **Biological Agriculture & Horticulture**, v. 31, p. 158–166, 2015. DOI: 10.1080/01448765.2014.991939.

ZUCCHI, R.A. Taxonomia. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. São Paulo: Holos, 2000. p. 13-24.

ZUCCHI, R.A. **Diversidad, distribución y hospederos del género Anastrepha en Brasil**, p.77-100. In Hernández-Ortiz V (ed), *Moscas de la fruta en Latinoamérica* (Diptera: Tephritidae): diversidad, biología y manejo. S y G editores, 2007, 167p.

ZUCCHI, R.A. Novas constatações de espécies de *Anastrepha* (Dip., Tephritidae) no Brasil e algumas observações sobre *A. barbiellinii* Lima, 1938. In: VIII Congresso Brasileiro de Entomologia, 1983, Brasília, DF. **Anais...SEB**, Brasília, DF,1983, p. 280.

8 Doenças

Introdução

Ivani Teixeira de Oliveira, Caique Menezes de Abreu,
Deilson de Almeida Alves

As áreas de produção de pitaia no Brasil estão sendo ampliadas a cada ano. Consequentemente, os relatos da ocorrência de doenças também têm aumentado proporcionalmente, com redução da produção das plantas e do tempo de conservação dos frutos após a colheita.

Em algumas regiões produtoras do Brasil há relatos de podridões nos cladódios, lesões na casca e polpa dos frutos que têm comprometido o desenvolvimento das plantas e a qualidade das pitaias, impossibilitando a sua comercialização. Além disso, a longo prazo, a presença de patógenos tende a reduzir a longevidade dos pomares.

O quadro sintomatológico das doenças relatadas na Argentina, Brasil, China, Colômbia, Costa Rica, Coreia do Sul, Estados Unidos da América, Equador, Filipinas, Indonésia, Israel, Japão, México, Peru, Tailândia e Taiwan sofre influência do ambiente de cultivo, com possíveis alterações dos sintomas. Os processos sintomatológicos das plantas provocados por diversos patógenos em cultivos comerciais e experimentais a campo ocorrem sob condições de temperatura e umidade relativa similares, mas a altitude é um fator determinante no grau de severidade da doença.

As manifestações sintomáticas das plantas auxiliam na diagnose de um possível agente causal, seja ele de origem fúngica, bacteriana, virótica ou nematódea. No entanto, alguns patógenos apresentam sintomas muitas vezes semelhantes à reação fisiológica provocada por outro patógeno. Dessa maneira, deve-se ter cautela em inferir que os sintomas primários apresentados são de um determinado agente causal. São exemplos a podridão-mole e a podridão do cladódio, causadas por *Enterobacter cloacae* e *Paenibacillus polymixa*, respectivamente, ambas doenças bacterianas, que iniciam os sintomas apresentando o amolecimento dos tecidos infectados, com o aspecto de acúmulo de água e se diferenciam no decorrer dos estágios mais graves da doença. Assim, os sintomas entre diferentes microrganismos patogênicos se diferem com mais expressividade entre o estágio médio e avançado da doença.

Atualmente, são relatados em torno de 17 gêneros e 25 espécies de patógenos que infectam as espécies de pitaia. A maioria compõe-se de fungos que causam doenças nos cladódios, nas flores e nos frutos, além de doenças causadas por bactérias, vírus e nematoides. Desta forma, é fundamental buscar informações para evitar a introdução e a disseminação desses patógenos nas áreas de cultivo. Neste capítulo será feita uma abordagem das principais doenças de patógenos identificados e sua disseminação nas áreas de cultivo.

8.1 Doenças relatadas

Com distribuição cosmopolita, os patógenos foram observados e relatados em pomares de diferentes países produtores (Tabela 1). A patogenicidade desses agentes

pode ocorrer sobre plantas do mesmo gênero e espécie ou diferentes. Um exemplo é o fungo *Alternaria alternata*, relatado como agente patogênico em pomares de pitaia, que também é patogênico a diversas outras espécies agrícolas, apresentando, no entanto, severidade e sintomas característicos para cada espécie vegetal.

Tabela 1. Distribuição geográfica da ocorrência dos principais patógenos identificados nas áreas de cultivo de espécies dos gêneros *Selenicereus* e *Hylocereus*

Patógeno	Espécie de pitaia	País	Fonte
Doenças fúngicas			
<i>Alternaria</i> sp.	<i>S. undatus</i>	EUA	Patel & Zhang (2017)
	<i>S. megalanthus</i>	Equador	Valencia-Chamorro et al. (2016)
	<i>H. polyrhizus</i>	Taiwan	Jin et al. (2020)
<i>Aureobasidium pullulans</i>	<i>H. polyrhizus</i>	China	Wu et al. (2017)
<i>Bipolaris cactivora</i>	<i>S. undatus</i>	Japão	Taba et al. (2007)
		Tailândia	Oeurn et al. (2015)
		EUA	Tarnowski et al. (2010)
<i>Botryosphaeria dothidea</i>	<i>S. undatus</i>	Israel	Ben-Ze'ev et al. (2011)
		México	Valencia-Botín et al. (2003a)
		EUA	Patel & Zhang (2017)
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	<i>S. undatus</i>	China	Ma et al. (2014)
		Taiwan	Lin et al. (2017)
		Malásia	Masyahit et al. (2009b)
<i>Colletotrichum siamense</i>	<i>S. undatus</i>	Índia	Abirami et al. (2019)
<i>Colletotrichum truncatum</i>	<i>H. polyrhizus</i>	Malásia	Vijaya et al. (2014)
<i>Curvularia luneta</i>	<i>S. undatus</i>	Malásia	Mohd et al. (2009)
<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>S. trigonus</i>	Coreia do sul	Choi et al. (2007)
	<i>S. undatus</i>	Argentina	Wright et al. (2007)
	<i>S. megalanthus</i>	Colômbia	Salazar-González et al. (2016)
	<i>H. polyrhizus</i>	Malásia	Hafifi et al. (2019)
<i>Fusarium proliferatum</i>	<i>S. undatus</i>	Malásia	Mohd et al. (2013a)
		Brasil	Pierangeli (2019)
<i>Fusarium fujikuroi</i>	<i>H. polyrhizus</i>	Malásia	Mohd et al. (2017)
<i>Fusarium solani</i>		Indonésia	Rita et al. (2013)
<i>Fusarium verticillioides</i>		Brasil	Pierangeli, (2019)
<i>Neoscytalidium dimidiatum</i>	<i>H. polyrhizus</i>	Taiwan	Chuang et al. (2012)
		Costa Rica	Retana-Sánchez et al. (2019)
	<i>S. undatus</i>	Malásia	Mohd et al. (2013b)
		China	Yi et al. (2015)
		Indonésia	Jumjunidang et al. (2019)
		Filipinas	Taguiam et al. (2020)
		Israel	Ezra et al. (2013)

...continuação

Patógeno	Espécie de pitaia	País	Fonte
Doenças bacterianas			
<i>Enterobacter cloacae</i>	<i>H. polyrhizus</i>	Malásia	Masyahit et al. (2009a)
	<i>S. undatus</i>	Peru	Soto et al. (2019)
<i>Enterobacter hormaechei</i>	<i>S. costaricensis</i>	Costa Rica	Sánchez et al. (2019)
<i>Paenibacillus polymyxa</i>	<i>S. undatus</i>	China	Zhang et al. (2017)
Doenças virais			
<i>Cactus virus X</i>	<i>S. undatus</i>	Japão	Natsuaki & Shinkai (2001)
	<i>H. polyrhizus</i>	Taiwan	Liou et al. (2001)
	<i>S. undatus</i>	Coreia do Sul	Kim et al. (2016)
	<i>H. polyrhizus</i>	China	Peng et al. (2016)
	<i>S. undatus</i>	EUA	Gazis et al. (2018)
	<i>Selenicereus</i> spp.	Malásia	Masyahit et al. (2018)
<i>Pitaya badnavirus 1 (PiBV1)</i>	<i>H. polyrhizus</i>	Índia	Parameswari et al. (2022)
		China	Zheng et al. (2020)
Doenças nematódeas			
<i>Meloidogyne</i> spp.	<i>S. megalanthus</i>	Colômbia	Guzmán-Piedrahita et al. (2012)
<i>Helicotylenchus dihystra</i>			
<i>Tylenchorhynchus agri</i>	<i>H. polyrhizus</i>	China	Zhang et al. (2018)

No Brasil, as doenças têm sido relatadas nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Ceará, Mato Grosso, Distrito Federal, Paraná e Santa Catarina (Tabela 2), agindo nos cladódios e nos frutos, na pré e pós-colheita.

Tabela 2. Distribuição dos principais patógenos identificados nas áreas de cultivo de *Selenicereus* spp., no Brasil

Patógeno	Espécie de pitaia	Estado	Fonte
<i>Alternaria gossypina</i>	<i>S. undatus</i>	MG	Moura (2020)
		SC	Moura (2020)
<i>Alternaria alternata</i>	<i>S. undatus</i>	MG	Pierangeli (2019); Moura (2020)
		MT	Maia et al. (2019)
<i>Aureobasidium pullulans</i>	<i>S. undatus</i>	CE	Almeida (2018)
<i>Bipolaris cactivora</i>	<i>S. undatus</i>	MG	Pierangeli (2019); Moura (2020)
<i>Botryosphaeria dothidea</i>		MG	
<i>Chaetomium</i> sp.	<i>S. undatus</i>	MG	Pierangeli (2019)
<i>Cladosporium</i> sp.		MG	
<i>Colletotrichum</i> sp.	<i>S. undatus</i>	SP	Takahashi et al. (2008)
	<i>S. undatus</i>	MG	Pierangeli (2019); Moura, (2020)
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	<i>S. megalanthus</i>	RS	Nascimento et al. (2019)
<i>Colletotrichum siamense</i>		MG	Moura (2020)
<i>Colletotrichum karstii</i>		RS	Nascimento et al. (2019)
<i>Curvularia lunata</i>		CE	Almeida (2018)
<i>Curvularia</i> sp.		MG	Pierangeli (2019)
<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>S. undatus</i>	DF	Pierangeli (2019)
<i>Fusarium proliferatum</i>		MG	Pierangeli (2019); Moura, (2020)
<i>Fusarium semitectum</i>		MG	Pierangeli (2019)
<i>Fusarium verticillioides</i>		MG	Pierangeli (2019); Moura (2020)
	<i>S. megalanthus</i>		
<i>Rhizopus</i> sp.	<i>S. undatus</i>	MT	Maia et al. (2019)
<i>Cactus virus X (CVX)</i>	<i>S. undatus</i>	SP	Duarte et al. (2008)
<i>Meloidogyne javanica</i>	<i>S. megalanthus</i>	SP	Nascimento et al. (2020)

As espécies de pitaia cultivadas no Brasil, como a *Selenicereus undatus*, *Selenicereus costaricensis*, *Selenicereus megalanthus* e *Hylocereus polyrhizus* são suscetíveis aos patógenos citados e quando implantadas em campo a partir de propagação vegetativa podem favorecer a disseminação ainda mais rápida nos pomares.

8.1.1 Doenças fúngicas

Antracnose - *Colletotrichum* spp.

A antracnose é a doença mais destrutiva dos pomares de pitaiá das espécies *S. undatus*, *H. polyrhizus*, *S. costaricensis* e *S. megalanthus*, relatada na Malásia, Estados Unidos da América, China, Taiwan, Tailândia, Índia e no Brasil. Ela pode ser causada por diversas espécies do gênero *Colletotrichum*, como *C. gloeosporioides*, *C. truncatum*, *C. aenigma*, *C. siamense* e *C. karstii* (Tabelas 1 e 2).

A antracnose causada por *C. gloeosporioides* é a mais severa porque causa perdas de até 50% da produção, devido ao menor desenvolvimento de flores nos cladódios infectados. Sua severidade não faz restrição geográfica, sendo observada em todos os pomares dos países produtores (MA et al., 2014). Este patógeno pode infectar tanto os frutos imaturos no campo, quanto os maduros na fase de pós-colheita (ALI et al., 2013; HU et al., 2019).

No Brasil, a antracnose causada pelo *C. gloeosporioides* foi relatada em Lavras (MG), Ingaí (MG), Boa Esperança (MG), Botucatu (SP) e Pelotas (RS), nas espécies *S. undatus* e *S. megalanthus* (TAKAHASHI et al., 2008; PIERANGELI, 2019; NASCIMENTO et al., 2019); a causada pelo *C. karstii*, foi relatada em Pelotas (RS), na espécie *S. undatus*, alcançando danos severos em até 40% do pomar (NASCIMENTO et al., 2019).

Os sintomas mais comuns nos cladódios e nos frutos são caracterizados pelo surgimento de lesões de coloração marrom-avermelhada, com halos cloróticos (Figura 1). Os centros das lesões tornam-se brancos e coalescem apodrecendo grande parte do cladódio e, em casos graves, o câmbio vascular fica exposto.

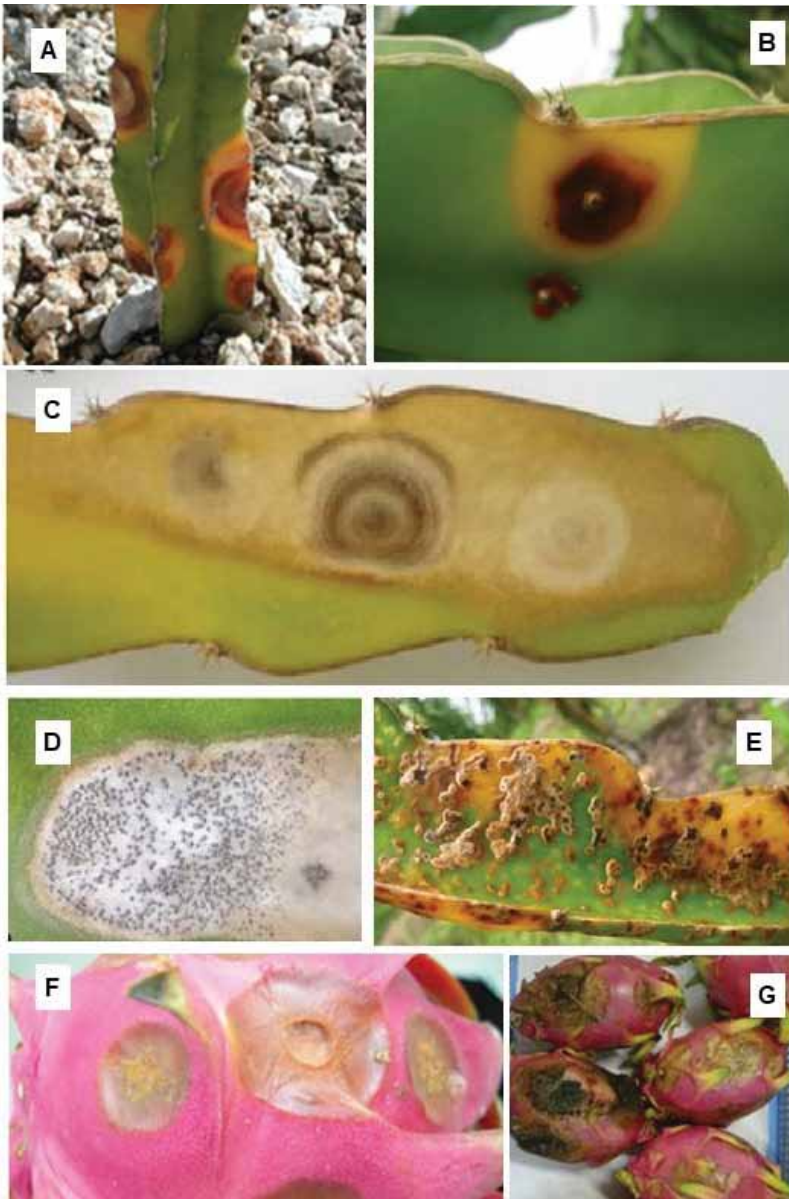


Figura 1. Sintomas de antracnose causada por *Colletotrichum gloeosporioides* nos cladódios e nos frutos de *Selenicereus* spp.; A e B - lesões de cor marrom-avermelhada com halo clorótico nos cladódios; C - mancha no cladódio com coalescência de três lesões; D - estruturas fúngicas sobre a lesão; E - cancos em lesões mais velhas; F - fruto com sintoma inicial, lesões de cor marrom-avermelhada e depressões na casca com esporulação ao fundo; G - fruto com sintomas avançados, lesões escurecidas na casca e depressão na polpa

Fonte: A - Valencia-Botín et al. (2013); B, F e G - Masyahit et al. (2009b); C a E - Athipunyakom et al. (2009)

Os esporos e acérvulos subepidérmicos podem ser observados no centro das lesões (Figura 2), que podem hibernar em restos culturais infectados no solo. Nos frutos em estágio imaturo e na pós-colheita as lesões são observadas na casca e podem atingir a polpa (Figuras 1 e 2) (PALMATEER et al., 2007; MA et al., 2014, ALI et al., 2013; HU et al., 2019).



Figura 2. Sintomas de antracnose causada por *Colletotrichum truncatum* em frutos de *Selenicereus* sp.; A e B - lesões nas pitaias; C - acérvulos sobre as lesões; D - acérvulos com setas e conídios falcados

Fonte: Athipunyakom et al. (2009)

A antracnose causada pelo *C. siamense* apresenta sintomas diferentes dos causados pelo *C. gloeosporioides* e *C. karstii*. No Brasil, até o momento, foi identificada em pomar de *S. undatus* em Ribeirão Vermelho (MG) (MOURA, 2020). Apesar de se conhecer pouco sobre o grau de severidade nos pomares de pitaiá, este fungo é relatado em várias outras espécies frutíferas, como abacateiro, goiabeira, pessegueiro, mangueira, macieira, videira e cajueiro. Os sintomas são percebidos nos cladódios com o surgimento de lesões necróticas

de formato redondo, ou irregular, nos cladódios (Figura 3A e 3B). Nos frutos, o sintoma inicial apresentado pela infecção de *C. siamense* é uma leve depressão aquosa (Figura 3C), evoluindo para uma lesão maior que forma uma podridão-mole. Em estágio avançado o patógeno esporula e pode ser visto a olho nu (Figura 3D).

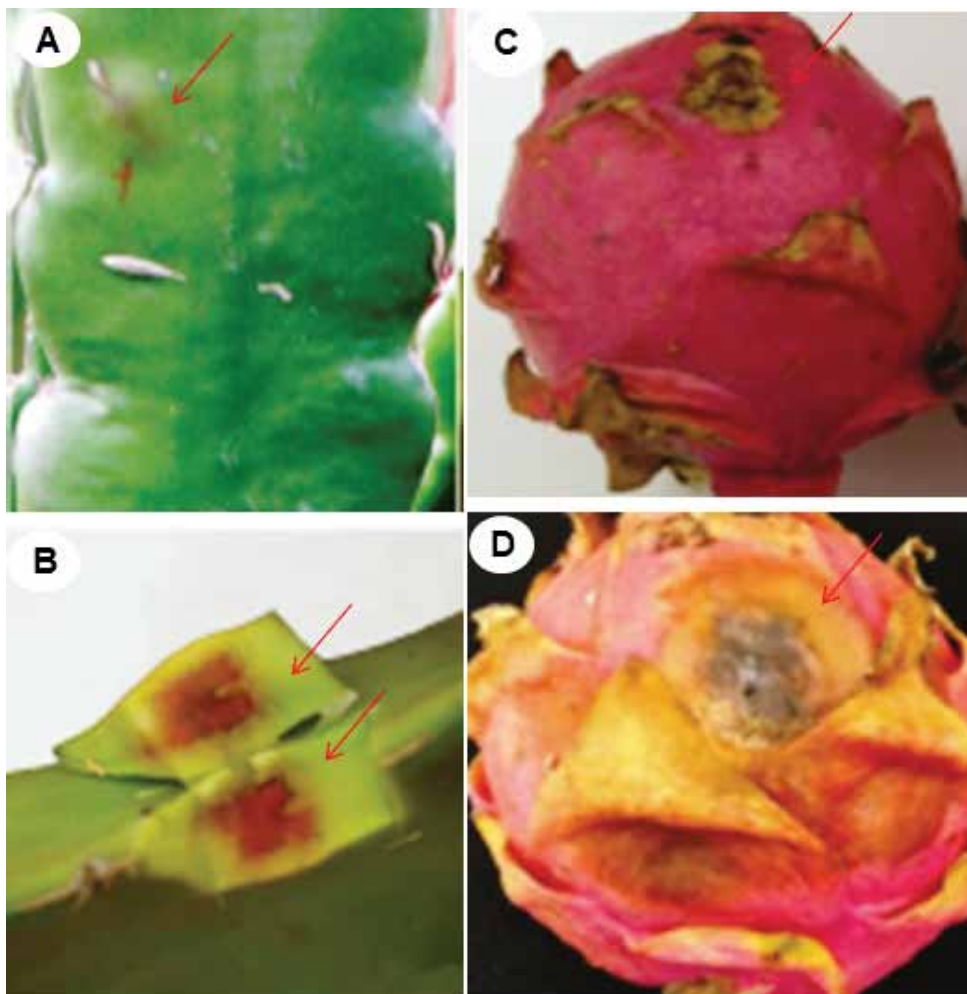


Figura 3. Lesões necróticas causadas por *Colletotrichum siamense* em cladódios e nos frutos de *Selenicereus undatus*, inoculados artificialmente.; A - cladódios com lesão; B - corte transversal da lesão; C - fruto com lesão quatro dias após a inoculação; D - fruto com podridão-mole, no estágio avançado da doença

Fonte: Moura (2020)

A incidência dos fungos que causam a antracnose é favorecida em condições de temperatura de 25°C a 32°C e umidade relativa do ar de 86%, afetando os cladódios e os frutos de plantas jovens e adultas. O progresso da doença é influenciado pelas condições ambientais e pelas práticas culturais no pomar. Além disso, cortes e lesões em cladódios sadios aumentam a suscetibilidade à infecção, pois favorecem a entrada do patógeno (MASYAHIT et al., 2009b; MASYAHIT et al., 2013; VIJAYA et al., 2014).

As condições favoráveis para a incidência do fungo podem ser variáveis de acordo com a espécie. *C. truncatum* foi relatado na Malásia em pomar de *H. polyrhizus*, em condições de temperatura diurna entre 30°C a 35°C e noturna de 23°C a 30°C e umidade relativa do ar de 85% (VIJAYA et al., 2014). *C. siamense* desenvolveu sintomas nas plantas em condições de temperatura diurna de 35°C e noturna de 28°C e nas frutas, na fase de pós-colheita, entre 28°C a 32°C (ZHAO et al., 2018). Entretanto, no Brasil, *C. karstii* foi relatado em Pelotas (RS), na espécie *S. undatus*, em condições de temperatura de 25°C e 80% de umidade relativa do ar (NASCIMENTO et al., 2019). Geralmente, a condição de alta umidade relativa com a presença de água livre é a ideal para a germinação e a infecção do fungo.

As medidas de prevenção recomendadas são os cuidados com a limpeza do pomar, eliminando os restos culturais infectados e as plantas daninhas hospedeiras, como *Bidens bipinnata* (picão-preto) e *Tridax procumbens* (erva-de-touro) (MILÉO et al., 2007; JONGSAREEJIT et al., 2020), por exemplo. Em plantas infectadas deve-se realizar a poda para eliminar os cladódios doentes e fazer a proteção dos frutos, como o ensacamento (LIN et al., 2017; ABIRAMI et al., 2019; NOEGROHATI et al., 2019). Tendo em vista a ausência de fungicidas registrados no Brasil, uma alternativa é o uso de biofungicida à base de quitosana (C₆H₁₁O₄N) a 1% e 0,5% de ácido acético glacial, que tem reduzido a severidade da doença causada por *C. gloeosporioides*, com a diminuição na atividade de enzimas celulolíticas e pectinolíticas produzidas pelo fungo (ZAHID et al., 2019). Após a colheita, a lavagem dos frutos com solução 1% de sorbato de potássio (C₆H₇KO₂) em água pré-aquecida a 55°C por 5 minutos, seguida de resfriamento com água fria e secagem ao ar, tem impedido a germinação de esporos fúngicos durante o armazenamento (JITAREERAT et al., 2018).

Mancha-de-curvularia - *Curvularia lunata*

A mancha-de-curvularia é causada pelo fungo *Curvularia lunata* e foi relatada no Brasil e Malásia nas espécies *S. undatus* e *H. polyrhizus* (Tabelas 1 e 2). No Brasil, foi observado em cladódios de *S. undatus*, em Fortaleza (CE) e Ribeirão Vermelho (MG) (ALMEIDA, 2018; PIERANGELI, 2019).

A incidência e severidade da doença é aumentada em condições com temperaturas diurnas de 30°C a 35°C e noturnas de 23°C a 30°C, afetando os cladódios e os frutos em até 41% do pomar.

Os sintomas são manchas ou pequenas lesões necróticas circulares nos cladódios, de coloração clara, entre o rosa e o bege, que geralmente coalescem com a evolução da doença (MOHD et al., 2009). As lesões em estágio mais avançado da doença apresentam o crescimento de conídios fúngicos (Figura 4).

Os cuidados com a limpeza do pomar servem como medidas preventivas na disseminação do fungo. Assim, é importante fazer a remoção dos cladódios podados de plantas infectadas e a eliminação de plantas daninhas hospedeiras como a *Solanum paniculatum* L. (jurubeba), por exemplo (ASSUNÇÃO et al., 2006). O controle também pode ser realizado com pulverizações regulares de calda cúprica como a calda bordalesa, evitando cultivos próximos a espécies suscetíveis ao fungo, como a cana-de-açúcar e o milho, por exemplo.



Figura 4. Estrutura do fungo *Curvularia lunata* em cladódio de *Selenicereus undatus*, evidenciando a necrose ao redor da lesão com crescimento micelial

Fonte: Almeida (2018)

Mancha-de-alternaria ou mancha-preta - *Alternaria alternata*

A mancha-de-alternaria é causada pelo fungo *Alternaria alternata* e tem causado danos econômicos nas espécies de pitaias em vários países produtores, como Estados Unidos, Equador, Taiwan e Brasil (Tabelas 1 e 2).

No Brasil, a doença foi relatada em Forquilha (SC), Lavras (MG), São Tomé das Letras (MG), Ingaí (MG), Boa Esperança (MG) e Nova Xavantina (MT) (Tabela 2), nos cladódios e, principalmente, nos frutos após a colheita (CASTRO et al., 2017; MAIA et al., 2019; PIERANGELI, 2019). Estima-se que a doença atinja severidade de 20% quando as condições ambientais são favoráveis ao fungo, com temperatura de 25°C (PATEL & ZHANG, 2017; JIN et al., 2020).

A doença se desenvolve nos cladódios e nos frutos das espécies *S. undatus*, *S. megalanthus* e *H. polyrhizus*, interferindo na absorção e no transporte de água e nutrientes (VALENCIA-CHAMORRO et al., 2016; CASTRO et al., 2017; PATEL & ZHANG,

2017; PIERANGELI, 2019; JIN et al., 2020). A infecção nos frutos causa a maioria das perdas no período pós-colheita (VILAPLANA et al., 2017).

Os sintomas nos cladódios e nos frutos são lesões de formato desuniforme (arredondado longitudinalmente) de coloração vermelho-alaranjada e centro vermelho-escuro, que coalescem tomando grandes extensões do cladódio e evoluem para podridões aquosas ou secas (Figura 5). Nos frutos, a ação deste patógeno antecipa a deterioração, criando um ambiente propício para a infecção de *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Mucor* sp., *Penicillium* sp. e *Rhizopus* sp. (VALENCIA-CHAMORRO et al., 2016; PATEL & ZHANG, 2017; JIN et al., 2020).

As medidas de controle recomendadas são práticas de manejo que visam à eliminação de restos culturais, como cladódios e frutos infectados, e plantas daninhas hospedeiras, como a *Lantana camara* (cambará), por exemplo (FONTES et al., 2003). A retirada dos tecidos florais (pétalas e estigma), que normalmente secam e ficam aderidos aos frutos até a maturação, diminui as chances de infecção. O controle profilático pode ser realizado com óleos essenciais de *Cinnamomum zeylanicum* e *Eugenia caryophyllus*, em concentrações de 0,25% e 0,5%, respectivamente, os quais têm-se mostrado ativos para inibir o crescimento de hifas fúngicas com redução de até 31% da severidade (CASTRO et al., 2017). Na fase de pós-colheita, a imersão dos frutos em água a 50°C por 2 minutos tem sido eficiente para a eliminação de esporos, tornando-os inviáveis (VILAPLANA et al., 2017). Outro tratamento que pode ser utilizado é o bicarbonato de sódio a 2,5%, que tem se mostrado viável na redução da *Alternaria* sp., possibilitando o armazenamento dos frutos com boa qualidade sensorial por até 21 dias a 12°C (VILAPLANA et al., 2018).

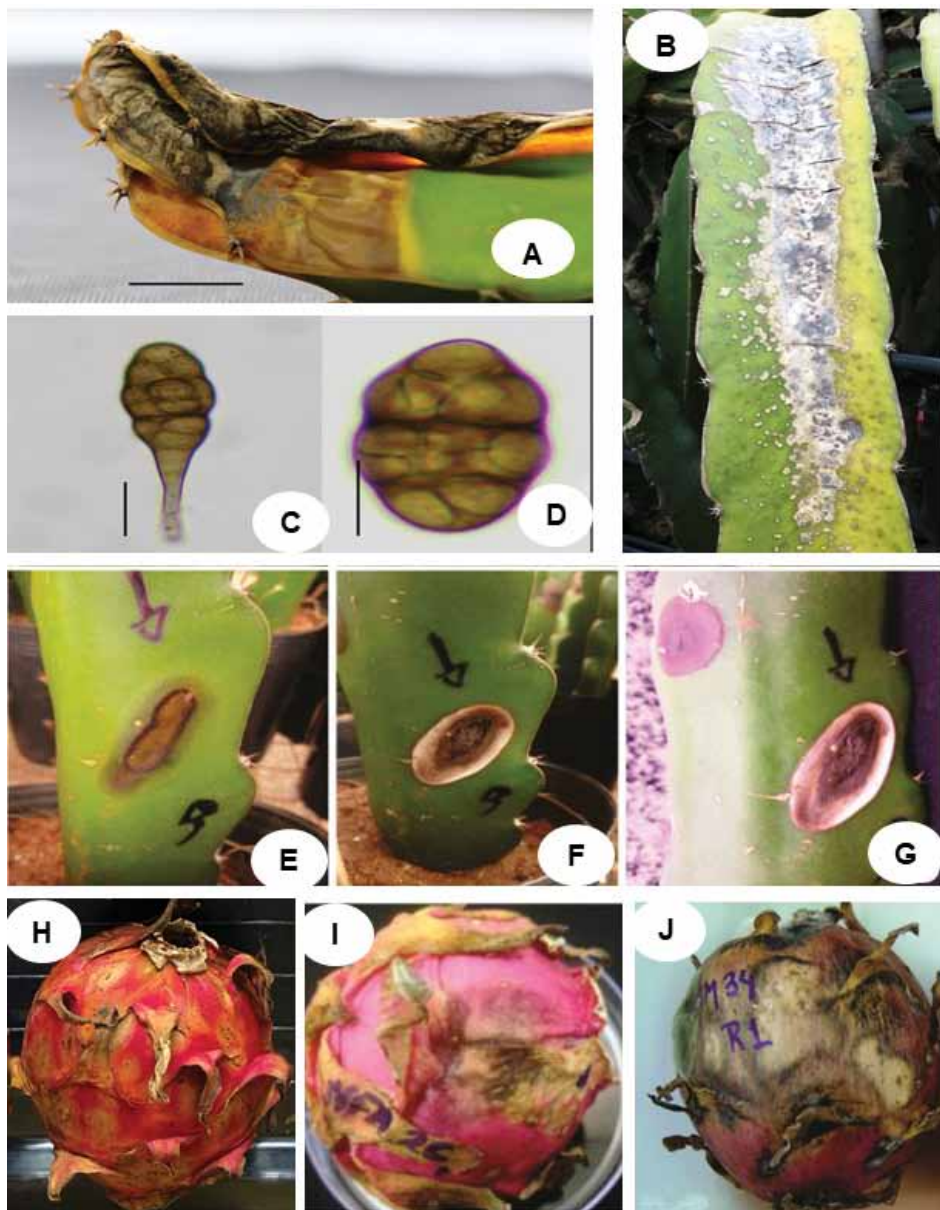


Figura 5. Mancha de *Alternaria* em cladódios e frutos causadas por *Alternaria* spp.; A e B - sintomas de infecção natural de podridão e podridão seca no cladódio por *Alternaria* sp.; C e D - conídios de *A. alternata*; E, F e G - mancha nos cladódios causado por *A. alternata* inoculado artificialmente, aos 5 (E), 20 (F) e 32 (G) dias respectivamente; H - sintoma causado por *Alternaria* sp. em fruto armazenado a 8°C; I e J - sintoma em frutos causados por *A. alternata* em estágio avançado da doença
 Fonte: A, C e D - Oeurn et al. (2015); B - Jin et al. (2019); E, F, G e I: Pierangeli (2019); H e J - Moura (2020)

Mancha-marrom - *Botryosphaeria dothidea*

A mancha-marrom, também conhecida como olho-de-peixe, é uma doença causada pelo fungo *Botryosphaeria dothidea*, relatada no México e no Brasil (Tabelas 1 e 2). A doença foi observada em cladódios da espécie *S. undatus* (VALENCIA-BOTÍN, 2003a; VALENCIA-BOTÍN et al., 2004; PIERANGELI, 2019).

No Brasil, a doença foi descrita em Lavras (MG), em cladódios da espécie *S. undatus* (PIERANGELI, 2019). De acordo com a autora, a severidade da doença está relacionada à presença do percevejo *Leptoglossus* sp. (Homoptera, Subordem Heteroptera: Coreidae), o qual, ao se alimentar, provoca microlesões na superfície dos cladódios que favorecem a infecção do patógeno.

Os sintomas são pequenos pontos cloróticos, evoluindo para manchas de coloração marrom de tamanhos variáveis (Figura 6), podendo expandir e lesionar todo o cladódio (VALENCIA-BOTÍN et al., 2003a; VALENCIA-BOTÍN et al., 2004).

Cuidados no manejo do pomar, tais como a poda das plantas com sintomas para eliminar os cladódios infectados e a eliminação dos restos culturais, servem como medidas de controle. Além disso, o monitoramento da ocorrência do percevejo *Leptoglossus* sp. e a adoção de métodos para reduzir a população de insetos na área são medidas para reduzir a disseminação.

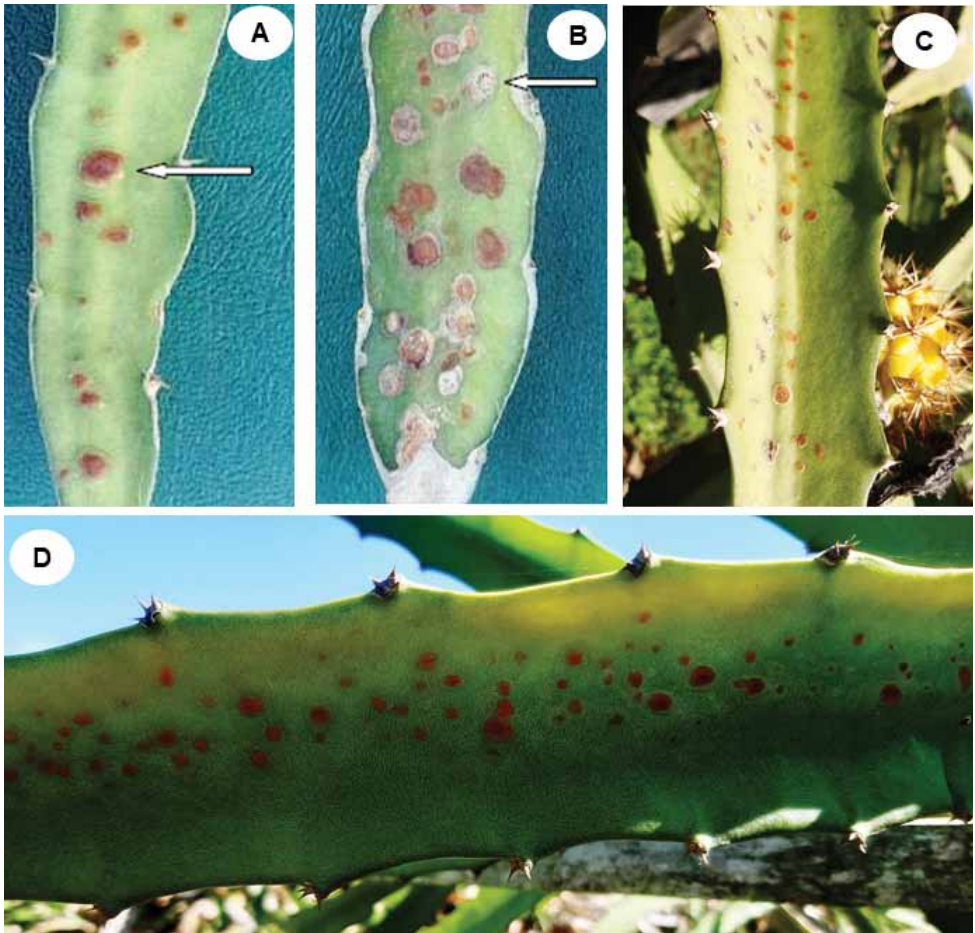


Figura 6. Sintomas causados pelo fungo *Botryosphaeria dothidea*, nos cladódios de espécies de *Selenicereus* spp.; A - manchas cloróticas com centro marrom semelhante ao olho de peixe e com expansão da mancha e coloração marrom-alaranjada; B - formação de picnídios do patógeno (setas brancas) em algumas dessas lesões e coalescimento, C e D - manchas similares observadas na unidade experimental da UFVJM (MG)

Fonte: A e B - Valencia-Botín et al. (2004); C e D - os autores (2020)

Mancha-dos-cladódios - *Aureobasidium pullulans*

A mancha-dos-cladódios é uma doença causada pelo fungo *Aureobasidium pullulans*, relatado na China e no Brasil nas espécies *S. undatus* e *H. polyrhizus* (Tabelas 1 e 2). No Brasil foi descrito em Fortaleza (CE), em cladódios da espécie *S. undatus* (ALMEIDA, 2018).

A incidência e a severidade da doença aumentam em condições com 25°C a 30°C, afetando os cladódios e os frutos em até 55% do pomar (WU et al., 2017). Os sintomas iniciais nos cladódios infectados são manchas avermelhadas irregulares, ligeiramente elevadas, que se aglutinam em áreas maiores, cobrindo a superfície do cladódio e eventualmente descascam ou necrosam (Figura 7). O fungo em condições de campo tem desenvolvimento lento, mas é necessário cuidado com a sua presença no pomar, pois o patógeno coloniza a superfície dos cladódios e prejudica a taxa fotossintética e, conseqüentemente, o desenvolvimento da planta (ALMEIDA, 2018). Nos frutos, a casca torna-se macia, com descoloração bronzeada, causando, posteriormente, a rachadura da superfície da casca (WU et al., 2017).

Medidas preventivas podem ser adotadas para o controle da doença, como os cuidados com a limpeza das ferramentas utilizadas no pomar e a eliminação de cladódios podados de plantas infectadas.

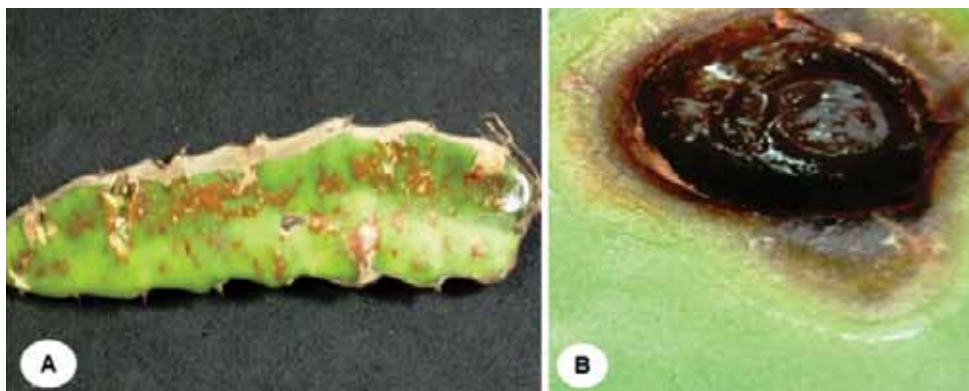


Figura 7. Sintomas em cladódios de *Selenicereus undatus* causada pelo fungo *Aureobasidium* sp.; A - manchas amareladas e pontos necróticos na superfície do cladódio; B - lesões amareladas com centro marrom coalescendo

Fonte: Almeida (2018)

Podridão-do-colo - *Rhizopus* sp.

A podridão-do-colo é causada pelo fungo *Rhizopus* sp. tem sido observada nas espécies *S. undatus* e *S. megalanthus*. No Brasil foi relatada em Nova Xavantina (MT) (MAIA et al., 2019).

A doença causa danos severos, com perdas de produção estimadas de 42,9% em condições de temperatura de 25°C, afetando o processo de acúmulo de nutrientes na planta.

A incidência da podridão-do-colo ocorre na base do cladódio. Os sintomas iniciam-se com lesões cloróticas de cor amarelo intenso, posteriormente a consistência do cladódio fica macia e aquosa e a parte afetada seca, expondo o câmbio vascular no centro do cladódio, em função do apodrecimento do tecido (Figura 8). A planta consegue permanecer ativa por um período, mas pode morrer, dependendo da severidade da infecção.

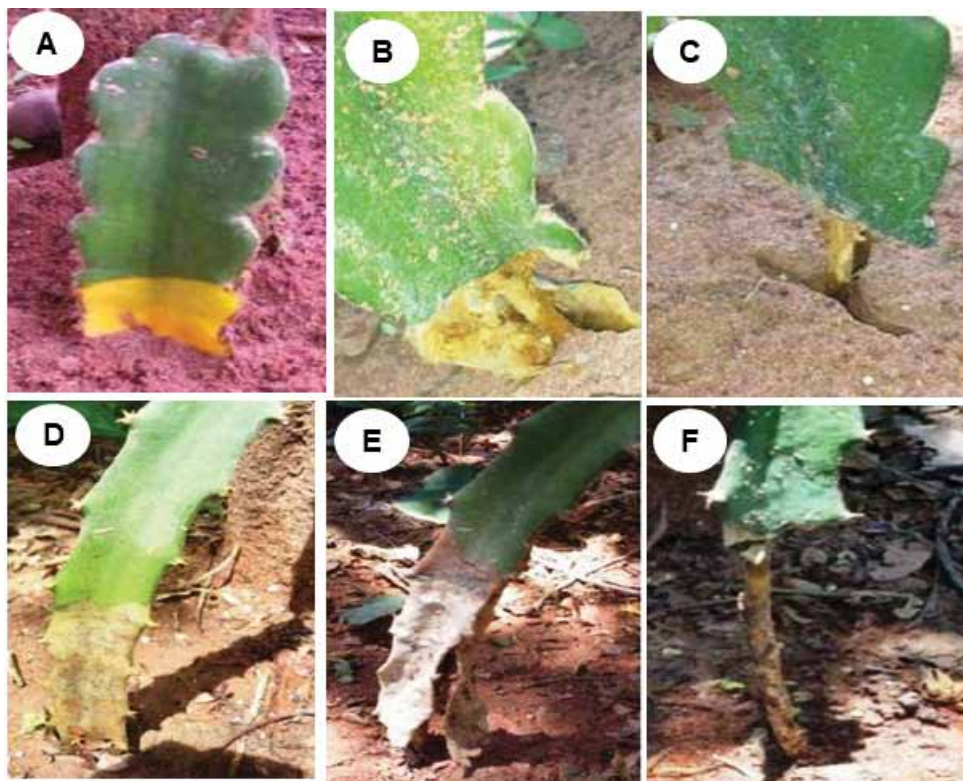


Figura 8. Sintomas de podridão-do-colo causados pelo fungo *Rhizopus* sp. em cladódios das espécies *Selenicereus undatus* (A, B e C) e *Selenicereus megalanthus* (D, E e F); A e D - lesão clorótica de coloração amarela; B e E - podridão do tecido verde; C e F - deterioração do tecido do colo expondo o câmbio vascular no centro dos cladódios

Fonte: Maia et al. (2019)

A aquisição de mudas saudáveis, de viveiros com registro no sistema do Registro Nacional de Sementes e Mudanças (Renaseam), o controle da irrigação no momento do plantio de estacas diretamente no solo e o tratamento de áreas contaminadas com a solarização do solo são algumas medidas de controle que podem evitar a entrada e o desenvolvimento dos patógenos no pomar. Em plantas com sintomas, recomendam-se a eliminação e a remoção do material contaminado da área, o qual deve ser incinerado ou enterrado. A limpeza de ferramentas utilizadas também é importante para o controle.

Podridão por *Fusarium* - *Fusarium* spp.

A podridão por *Fusarium* é uma doença causada por várias espécies de *Fusarium* que infectam cladódios e frutos maduros. Entre as espécies identificadas em pomares de *S. undatus*, *H. polyrhizus*, *S. costaricensis*, *S. megalanthus* e *S. trigonus*, estão, *F. oxysporum*, *F. proliferatum*, *F. semitectum*, *F. solani*, *F. verticillioides*, e *F. fujihuroi*; que foram relatados na Malásia, Argentina, México, Indonésia, Colômbia, Coreia do Sul e no Brasil (Tabelas 1 e 2).

No Brasil, *F. proliferatum* foi relatado em Lavras (MG) e Ribeirão Vermelho (MG), na espécie *S. undatus*, *F. verticillioides* em Lavras (MG) e Três Pontas (MG), causando danos nos cladódios e nos frutos da espécie *S. undatus*, *F. oxysporum* em Brasília (DF) e Boa Esperança (MG), causando danos nos cladódios da espécie *S. undatus*, e *F. sterilihyphosum* em Boa Esperança (MG), nos cladódios da *S. undatus* (PIERANGELI, 2019; MOURA, 2020).

Os sintomas nas plantas infectadas pelas espécies desse fungo são podridão-mole, que iniciam com lesões de coloração marrom e forma circular, formação de esporos laranja e micélio branco sobre a superfície das mesmas (Figura 9). As lesões podem surgir em vários pontos dos cladódios e dos frutos, mas geralmente iniciam em tecidos lesionados e por isso é comum serem observadas próximo à linha do solo, desenvolvendo de forma ascendente até afetar toda a base do cladódio (WRIGHT et al., 2007). Com o avanço da doença, as lesões aumentam e ficam moles e aquosas evoluindo para o apodrecimento do cladódio (MOHD et al., 2013a; MOHD et al., 2017; HAFIFI et al., 2019). Com o aumento da disseminação, as lesões afetam o processo de fotossíntese pela extensão das manchas e podridões na superfície dos cladódios. Os danos causados podem ser variáveis, dependendo da espécie de fungo causador da *fusariose*, pois, conforme foi relatado por Mohd et al. (2017), a infecção do *F. fujikuroi* na *H. polyrhizus* apresenta sintomas de podridão menos severos, em comparação aos demais agentes causais, na redução do crescimento vegetativo da planta, embora potencialmente danoso. Outros fatores podem influenciar a severidade da doença, como o estado nutricional das plantas e as condições climáticas do local de cultivo, por exemplo.

A incidência da doença chegou a 30% sob condições de $22 \pm 2^\circ\text{C}$ (WRIGHT et al., 2007), mas pode variar dependendo das condições climáticas do local de cultivo e dos cuidados adotados no manejo do pomar. O processo infeccioso das plantas é favorecido em condições de temperaturas diurna de 30°C a 35°C e noturna de 23°C a 30°C (MOHD et al., 2013a; MOHD et al., 2017).

Os fungos são facilmente disseminados por respingos d'água e ferramentas, sobrevivem no solo e nos restos culturais. As fitotoxinas causam danos nas plantas e podem afetar os frutos causando a aceleração da deterioração da polpa. A produção de metabólitos secundários produzidos por estes fungos representa risco para o consumo devido à contaminação por micotoxinas, que são toxinas capazes de causar danos à saúde humana.

As medidas de controle podem ser adotadas a partir das boas práticas de manejo no pomar. A aquisição de mudas sadias de viveiros registrados no Renasem e o plantio em áreas livres do patógenos são recomendados. Cuidados para evitar lesões nas plantas, limpeza das ferramentas e a retirada de restos culturais infectados contribuem para

diminuir a disseminação do fungo. Um estudo demonstrou que a utilização de composto de serragem de cogumelo diminui as chances de disseminação da doença de 44% a 59% para 3% a 12%, devido à atividade biológica competitiva, em comparação com o solo não corrigido (CHOI et al., 2007). De acordo com estes autores, outra técnica que pode ser utilizada é a solarização com e sem cianamida de cálcio (CaCN_2) no solo, reduzindo em até 53% a incidência da doença, eliminando as estruturas reprodutivas do fungo presentes no solo.

Na fase de pós-colheita, a limpeza dos frutos com solução 1% de sorbato de potássio ($\text{C}_6\text{H}_7\text{KO}_2$) em água pré-aquecida a 55°C por 5 minutos, seguida de resfriamento com água fria e secagem ao ar tem inibido completamente a germinação de esporos fúngicos durante o armazenamento (JITAREERAT et al., 2018).

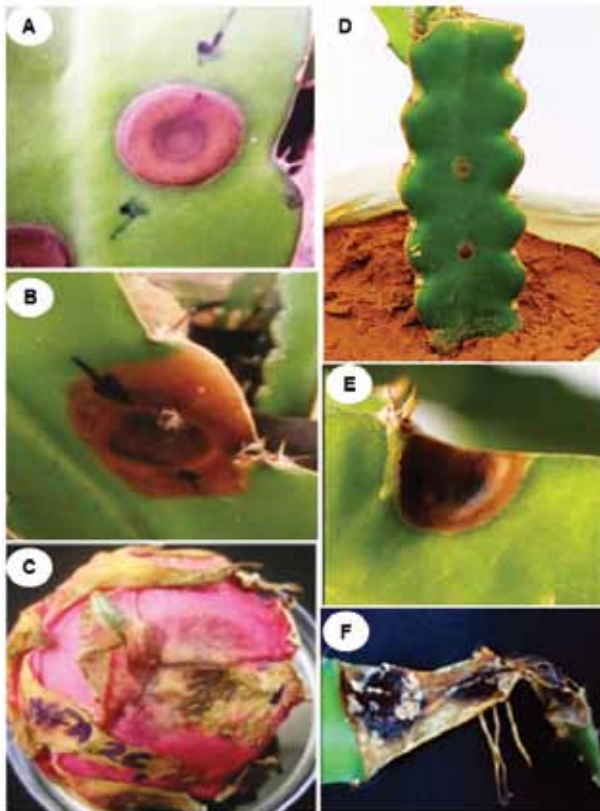


Figura 9. Sintomas causados por *Fusarium* spp. nos cladódios e nos frutos de *Selenicereus* spp.; A - lesão circular de coloração marrom causada por *Fusarium proliferatum* inoculado artificialmente; B - lesão circular, de coloração amarelo-marrom com aspecto seco causada por *F. verticillioides*; C - fruto com lesão circular de coloração amarelo-marrom, que coalesce e progride para a podridão aquosa; D - sintomas iniciais de lesões circulares de coloração marrom no centro e halo clorótico observado em muda de *S. undatus*; E - sintoma de podridão circular observado no campo causado por *F. proliferatum*, F - as lesões tornam-se escuras e cladódios infectados apodrecem
Fonte: A, B e C - Pierangeli (2019); D - os autores (2020); E e F - Mohd et al. (2013a)

Podridão-do-fruto - *Bipolaris cactivora*

A podridão-do-fruto é uma doença causada pelo fungo *Bipolaris cactivora*, relatada em Israel, Tailândia, Estados Unidos, Japão e no Brasil, originando podridão de cladódios e de frutos na pré e pós-colheita das espécies *S. undatus* e *S. trigonus* (Tabelas 1 e 2).

No Brasil, o fungo foi relatado na espécie *S. undatus*, em Lavras (MG), Três Pontas (MG) e Ribeirão Vermelho (MG), causando danos nos cladódios e base dos frutos (PIERANGELI, 2019; MOURA, 2020).

Os sintomas da doença ocorrem nos cladódios, nas flores e nos frutos. A doença afeta partes isoladas da planta, com esporulação visível após 20 dias de infecção, dependendo das condições do ambiente de cultivo. Sintomas podem ser observados em cladódios, embora pouco comum (BEN-ZE'EV et al., 2011), mas pequenas pontuações de coloração marrom e halo avermelhado podem aparecer (Figura 10), progredindo para lesões com pontuações negras que caracterizam a podridão em estágio avançado da doença. Nos frutos, as lesões apresentam-se enegrecidas e irregulares, que se expandem e eventualmente coalescem (Figura 10). No estágio avançado da doença, o fungo cresce e cobre a superfície das lesões, apresentando uma podridão negra (MOURA, 2020). As lesões produzem sinais no micélio preto de conidióforos e grandes quantidades de conídios, sendo possível observar a esporulação a olho nu (TABA et al., 2007; TARNOWSKI et al., 2010; HE et al., 2012; OEURN et al.; 2015; MOURA, 2020).

A alta incidência da podridão nos frutos afeta os pomares comerciais e requer estratégias eficazes de manejo da doença (TARNOWSKI et al., 2010). Entre as práticas que podem ser adotadas, os cuidados com a limpeza de ferramentas utilizadas no manejo do pomar e a eliminação de restos culturais infectados evitam a disseminação. Na Coreia do Sul, o controle do patógeno na espécie *S. trigonus* tem sido realizado com o uso de conídios inativado por calor para reduzir o desenvolvimento da doença, no entanto, o método ainda não se encontra disponível no mercado (CHOI et al., 2010).

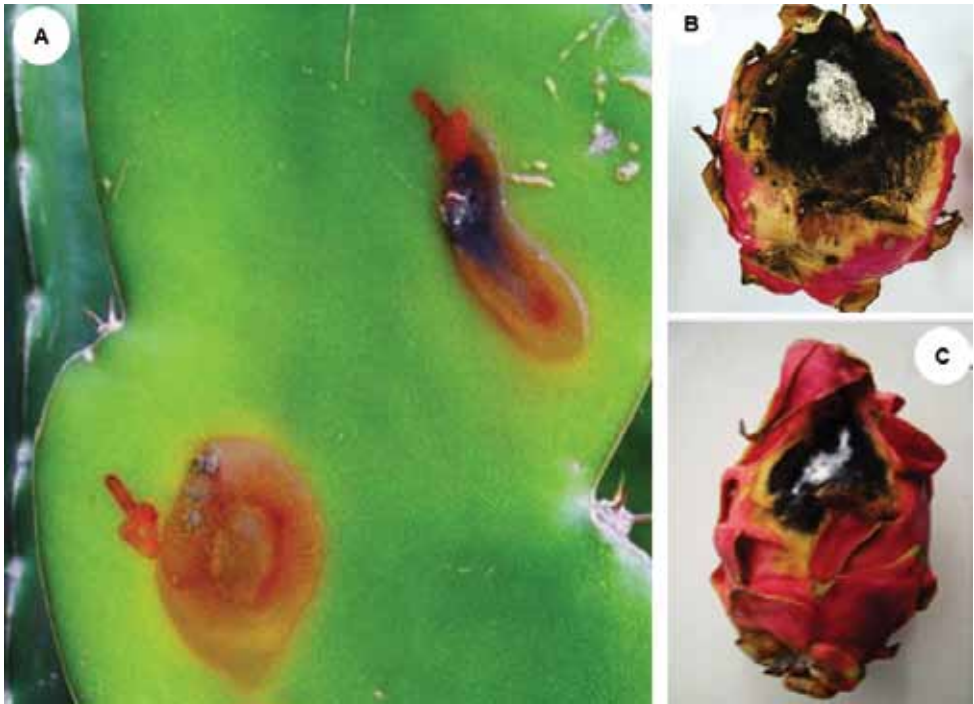


Figura 10. Sintomas causados por *Bipolaris cactivora* em cladódio e frutos de *Selenicereus* spp.; A - cladódio com pontuações de coloração marrom e halo avermelhado, B e C - podridão causada nos frutos infectados, mostrando lesão enegrecida irregular, sendo possível observar a esporulação do fungo

Fonte: A e B - Moura (2020); C - fruto comercializado no Vietnã (HE et al., 2012)

Cancro ou podridão negra - *Neoscytalidium dimidiatum*

O cancro ou também conhecida como podridão negra é uma doença causada pelo fungo *Neoscytalidium dimidiatum*, altamente disseminável. Ela foi relatada em Israel, China, Malásia, Indonésia, Costa Rica e nas Filipinas, originando o cancro em cladódios nas espécies de *S. undatus*, *H. polyrhizus*, *S. costaricensis*, *S. monacanthus* e *S. megalanthus* (Tabela 1). Esta doença não foi relatada ainda no Brasil.

A incidência e a severidade da doença aumentam em condições de temperaturas diurna de 30°C a 35°C e 23°C a 30°C à noite, afetando os cladódios e os frutos em até 100% do pomar (JUMJUNIDANG et al., 2019; RETANA-SÁNCHEZ et al., 2019).

Os sintomas nos cladódios e nos frutos são semelhantes, apresentando manchas pequenas e circulares de coloração amarelo-alaranjado, lesões necróticas deprimidas profundas, que se transformam em cancro (Figura 11). Sinais como estruturas fúngicas em formato de picnídios erupcentes são formados na superfície dos cancras e evoluem para o apodrecimento dos cladódios (Figura 12) (CHUANG et al., 2012; EZRA et al., 2013; MOHD et al., 2013b; XU et al., 2018). Os frutos se desenvolvem lentamente, apresentando

podridão de coloração marrom no seu interior e antecipação da maturação (Figuras 11C e 11E), em torno de 10 a 15 dias (YI et al., 2015).

A prevenção e a disseminação podem ser controladas com cuidados relacionados à limpeza e à poda do pomar (MOHD et al., 2013b), adotando a desinfecção de ferramentas utilizadas no pomar e eliminando os cladódios podados de plantas infectadas. A poda é a prática de manejo que tem reduzido a incidência e a severidade sem afetar a produção de frutos por planta (HIEU et al., 2018). De acordo com estes autores, a poda favorece a aeração interna da planta, impedindo o crescimento do patógeno.

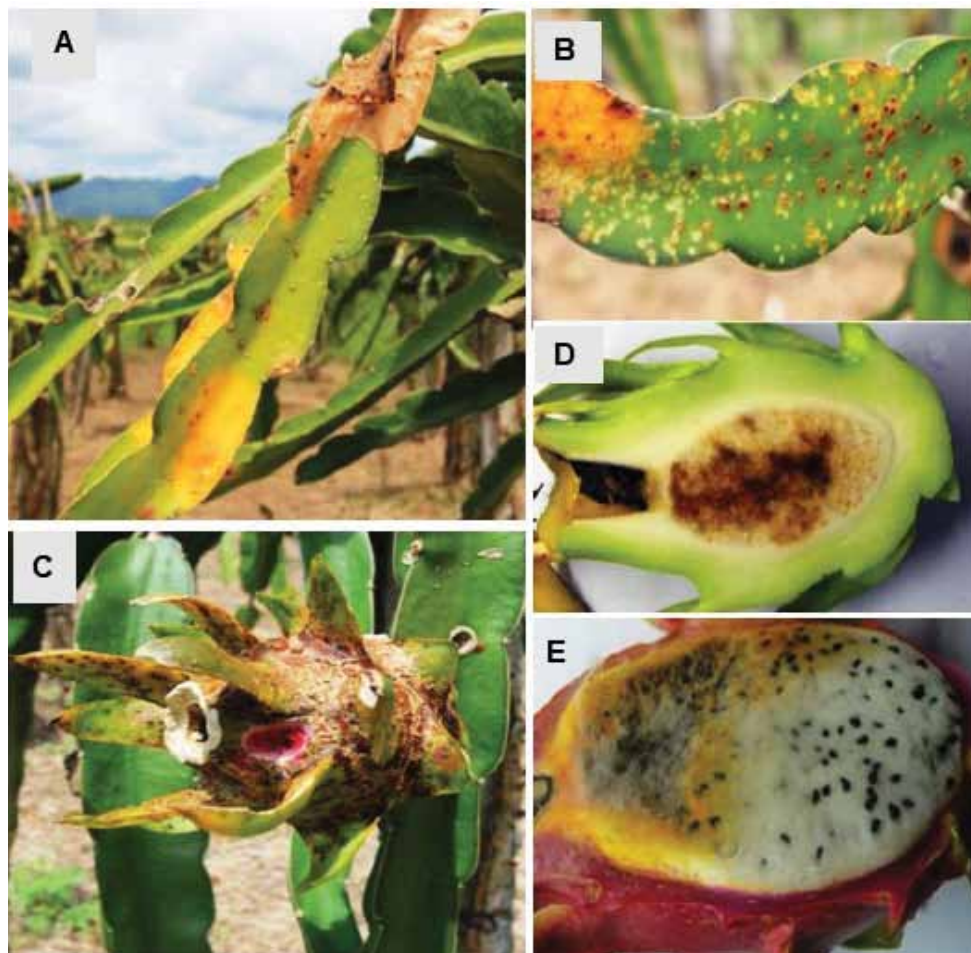


Figura 11. Sintomas de cancro nos cladódios e nos frutos de *Selenicereus undatus* causada por *Neoscytalidium dimidiatum*; A - manchas de coloração amarelo-alaranjada circulares; B e C - evolução da doença com formação de cancro; D e E - podridão de coloração marrom nos frutos, apresentando polpa deteriorada e estruturas fúngicas

Fonte: Xu et al. (2018); Yi et al. (2015)

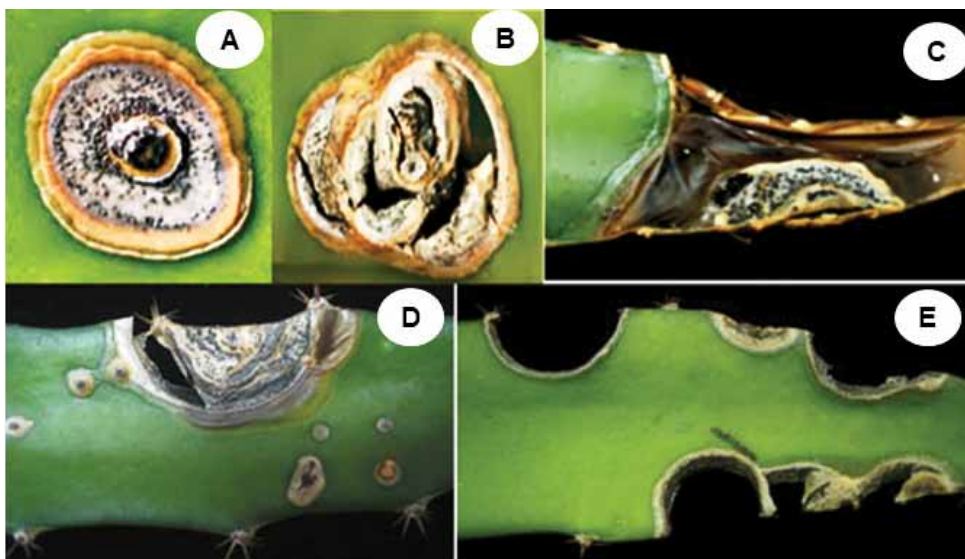


Figura 12. Sintomas de cancro do cladódio causados por *Neoscytalidium dimidiatum* observado em *Hylocereus polyrhizus*; A - sintoma de lesão circular; B- picnidia preta formado na superfície do cancro; C - sintomas da lesão marrom profunda; D e E - cladódios infectados que apodreceram
 Fonte: Mohd et al. (2013b)

8.1.2 Doenças bacterianas

Podridão-mole - *Enterobacter* spp.

A podridão-mole é uma doença causada pelas bactérias *Enterobacter cloacae*, e *Enterobacter hormaechei* que foram relatadas no Peru, na Malásia e na Costa Rica desenvolvendo-se nos cladódios nas espécies *S. undatus*, *S. megalanthus*, *H. polyrhizus* e *S. costaricensis* (Tabela 1). A podridão-mole também está presente nos municípios de Halachó, Santo Domingo Maxcanú, Sinanché, Kinchil, Dzidzantún no estado de Yucatán, México, em áreas altas que cultivam as espécies *S. undatus*. e *S. purpusii* (VALENCIA-BOTÍN et al., 2003b).

A incidência e a severidade da doença aumentam em condições de temperatura de 26°C a 28°C e umidade relativa de 77% a 87%, afetando os cladódios e os frutos em até 10% do pomar (MASYAHIT et al., 2009a).

Os sintomas observados nas plantas infectadas são manchas de coloração amarela a castanho que começam nas pontas e bordas da área externa dos cladódios (Figura 13) e apresentam consistência macia e aquosa nos cladódios e nos frutos (MASYAHIT et al., 2009a; SOTO et al., 2019; SÁNCHEZ et al., 2019).

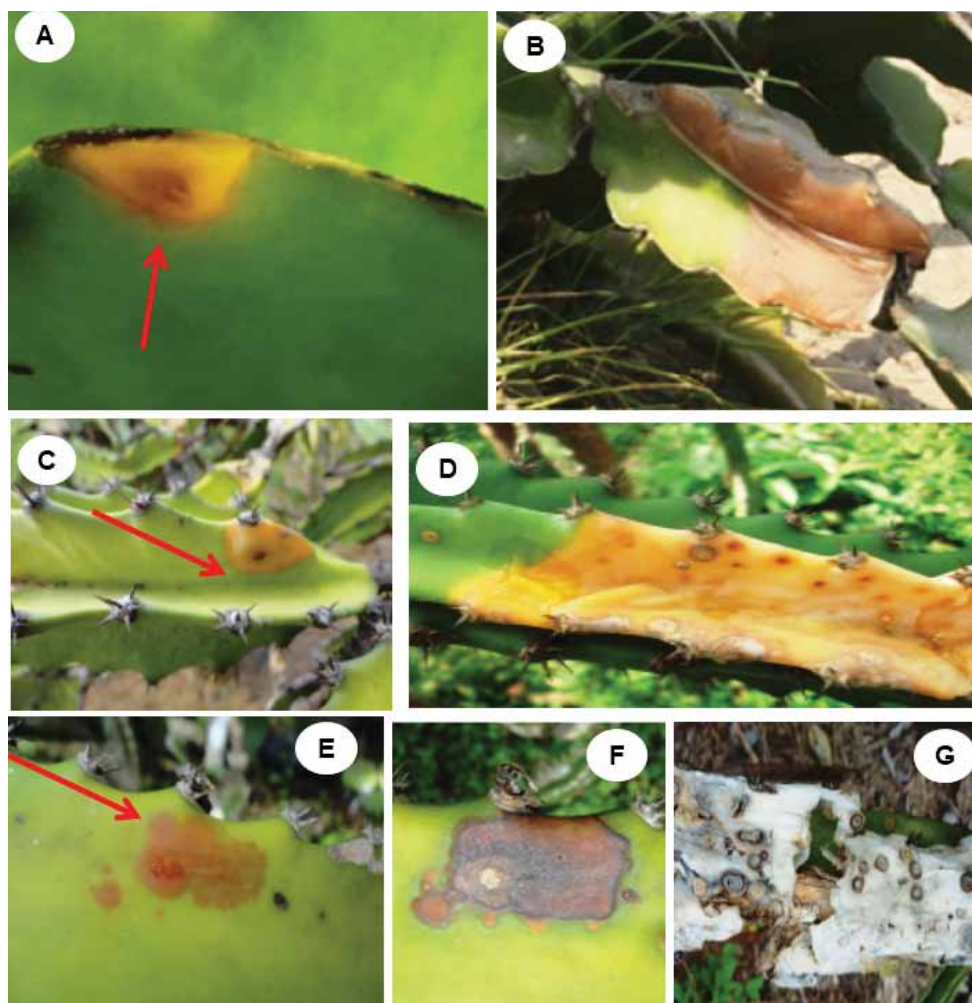


Figura 13. Sintomas de podridão-mole nos cladódios causados por *Enterobacter cloacae* em *Hylocereus polyrhizus* e *Enterobacter hormaechei* em *Selenicereus costaricensis*; A - manchas amarelo castanho nas pontas e bordas; B - formação de consistência macia e aquosa causada por *E. cloacae*; C - sintoma inicial causada por *E. hormaechei* na época chuvosa; D - expansão da mancha no cladódio agravando para podridão; E e F - sintomas iniciais observados na época seca; G - sintoma de podridão no estágio avançado do apodrecimento no tecido

Fonte: A, B - Soto et al. (2019); C, D, E, F, G - Sánchez et al. (2019)

A medida de controle recomendada é a eliminação completa da planta infectada. Os restos culturais devem ser incinerados ou aterrados. A técnica de solarização pode ser realizada para o tratamento do solo da área afetada.

Podridão-do-cladódio - *Paenibacillus polymyxa*

A podridão-do-cladódio é uma doença causada pela bactéria *Paenibacillus polymyxa*, que foi relatada na China, nos cladódios da espécie *S. undatus* (Tabela 1). A incidência da doença chega há 100% em pomares gravemente infectados.

Os sintomas iniciais são lesões encharcadas e moles, de coloração verde-escura e formato suborbicular, as margens das lesões apresentam gradualmente coloração amarela e marrom, espalhando para a extremidade até a completa decomposição do tecido verde dos cladódios, deixando o câmbio vascular central exposto. Os cladódios que apodrecem não produzem frutos, resultando na perda total da produção (ZHANG et al., 2017).

Além das podridões relatadas, têm-se observado nos frutos manchas gelatinosas e lesões no interior da polpa, as quais apresentam aparência leitosa no centro e translúcida na borda da polpa causadas por outras espécies de bactérias como *Sphingobacterium multivorum*, *Microbacterium testaceum*, *Pseudomonas rhodesiae*, *Microbacterium arborescens*, *Enterobacter asburiae*, *Microbacterium imperiale* e *Kocuria kristinae* (PIERANGELI, 2019). De acordo com a autora, estas espécies são consideradas agentes oportunistas.

8.1.3 Doenças virais

Virose X dos cactos - *Cactus virus X*

A virose X dos cactos é causada pelo *Cactus virus X* (CVX), o qual infecta as cactáceas em geral. Em pomares de pitaiá a doença foi relatada nas espécies *S. undatus*, *S. megalanthus* e *H. polyrhizus* no Japão, Estados Unidos, Taiwan, Coreia do Sul, China, Malásia, Índia e Brasil (Tabelas 1 e 2).

Os sintomas iniciais são pontuações e manchas cloróticas irregulares, algumas com margens de coloração marrom-avermelhada, mosaico amarelo-esverdeado claro na superfície dos cladódios, espinhos deformados e necrose e, em situações graves, murcha e morte do cladódio (Figura 14). Os sintomas também podem ser observados nos frutos (DUARTE et al., 2008; ZHANG et al., 2016; MASYAHIT et al., 2018). A incidência da doença pode variar de 44% a 90% em campos gravemente infectados e recorrente em pomares velhos e grandes (PENG et al., 2016; GAZIS et al., 2018).

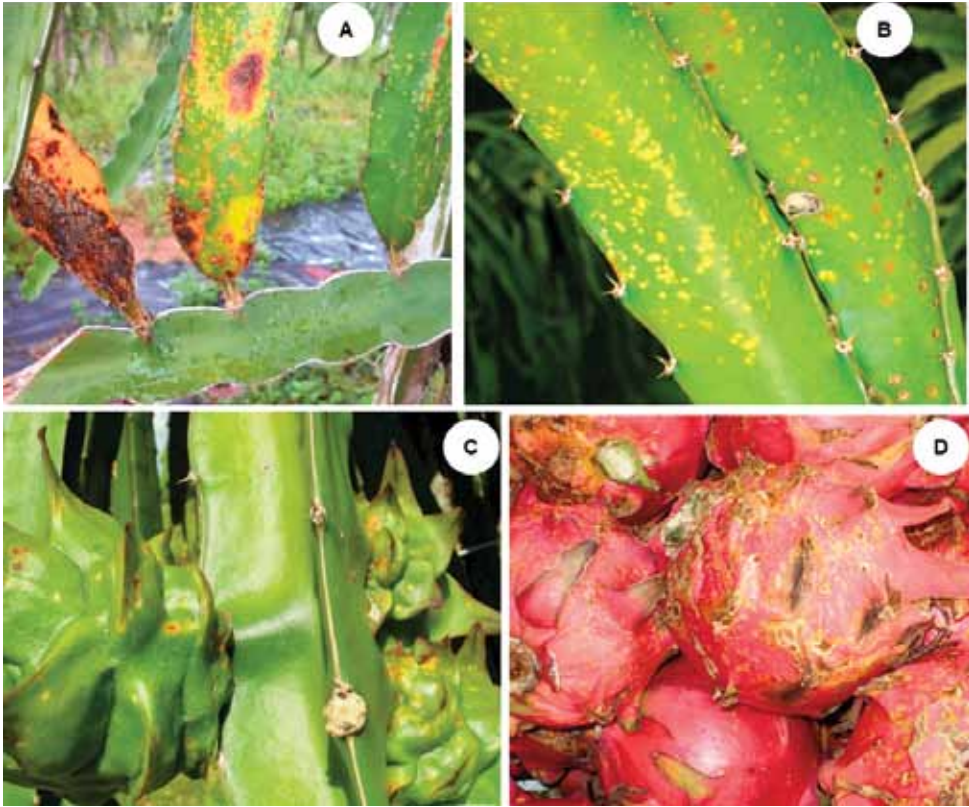


Figura 14. Vírose X dos cactos em espécies de *Selenicereus* spp.; A e B - pontuações e manchas cloróticas na superfície dos cladódios jovens e maduros em mosaico; C e D - sintomas nos frutos verdes e maduros

Fonte: Masyahit et al. (2018)

A principal medida de controle é a aquisição de mudas sadias. No pomar já implantado, as plantas que apresentarem sintomas devem ser erradicadas, procedendo à eliminação dos restos culturais da área que podem ser queimados ou enterrados (MASYAHIT et al., 2018). De acordo com estes autores, a realização de mais estudos sobre a transmissão do vírus no campo é importante para o desenvolvimento de estratégias integradas de manejo da doença nos pomares de pitaia.

Badnavirose da pitaia - *Pitaya badnavirus 1*

Outra doença viral em pomares de pitaia foi relatada na China na espécie *H. polyrhizus*, causada por um novo vírus do gênero *Badnavirus* denominado de *pitaya badnavirus 1* (PiBV1) (ZHENG et al., 2020). De acordo com estes autores, o PiBV1 causa clorose, manchas e malformações nos tecidos do cladódio.

Não se tem um vetor conhecido, o que interfere no monitoramento e na adoção de medidas para evitar a disseminação da doença. No entanto, a aquisição de mudas sadias é uma medida preventiva que evita a entrada da doença no pomar.

8.1.4 Doenças nematódeas

Nematoides fitoparasitas provocam lesões no sistema radicular das plantas, afetando o seu crescimento vegetativo e reprodutivo. Nematoides dos gêneros *Meloidogyne*, *Dorylaimus*, *Tylenchus*, *Aphelenchus*, *Pratylenchus* e a espécie *Helicotylenchus dihystera* foram identificados em pomares de *S. megalanthus*, na Colômbia (GUZMÁN-PIEDRAHITA et al., 2012), e a espécie *Tylenchorhynchus agri* foi relatada na China, em *H. polyrhizus* (ZHANG et al., 2018).

Dos nematoides encontrados na Colômbia, os mais frequentes e danosos são *H. dihystera*, que causam sintomas de encrespamento das raízes, com ápices inchados e danificados e diminuição das raízes laterais. *Meloidogyne* spp., o sintoma principal é a formação de galhas nas raízes que abrigam fêmeas cheias de ovos (GUZMÁN-PIEDRAHITA et al., 2012). *T. agri* tem causado inibição do crescimento das plantas e queda dos frutos na espécie *H. polyrhizus* (ZHANG et al., 2018).

No Brasil, nematoides da espécie *Meloidogyne javanica* foram relatados em Jaboticabal, estado de São Paulo, em plantas de *S. megalanthus* (NASCIMENTO et al., 2020) e a espécie *M. incognita* foi relatada em Laranjal Paulista (SP), na espécie *S. undatus* (SOUZA et al., 2022). De acordo com estes autores, os sintomas apresentados pelas plantas são raquitismo, enfezamento, clorose e cladódios mais finos e ausência de frutificação. No sistema radicular, as raízes primárias apresentaram degradação e a presença de galhas nas raízes secundárias (Figura 15).



Figura 15. Sintomas na planta e nas raízes de *Selenicereus undatus* parasitados por *Meloidogyne incognita*; A - planta apresentando caules clorótico-amarelados devido ao parasitismo dos nematoides; B - raízes mostrando galhas; C - massas de ovos de *M. incognita* no sistema radicular; D - fêmeas no interior da galha

Fonte: Souza et al. (2022)

A estratégia de manejo de nematoides nos pomares de pitáia tem como base a utilização de mudas isentas dos patógenos e o plantio em áreas não infestadas, ou seja, é importante fazer uma avaliação biológica no solo da área onde o pomar será instalado e, ou, conhecer o histórico de cultivos e doenças pregressas. Evitar a utilização de implementos e o trânsito de máquinas com resíduo de solo de outras áreas. A simples lavagem dos pneus e engrenagens com jatos fortes de água remove restos de solo e é suficiente para remoção dos nematoides das máquinas e implementos. Além disso, é possível a utilização de mudas enxertadas em porta-enxertos resistentes ou tolerantes disponíveis. Há relato de clones de *Hylocereus* spp. tolerantes à *M. incognita*, que podem, portanto, ser utilizados como porta-enxerto para espécies suscetíveis, como é o caso de *S. megalanthus* (PALACINO-CÓRDOBA, 1990; MIZRAHI, 2014).

8.2 Prejuízos e impactos no Brasil

As espécies *S. undatus*, *H. polyrhizus* e *S. megalanthus* são as mais cultivadas no Brasil e apresentam algumas características comuns entre elas, como a suscetibilidade a um ou mais patógenos. Elas apresentam alta incidência às doenças fúngicas, que são os agentes fitopatogênicos que mais causam diminuição da produção, que podem chegar até 100% de perdas.

Em algumas regiões produtoras, as estações quentes e úmidas favorecem a proliferação, a sobrevivência e a disseminação de doenças, especialmente em períodos em que há o aumento de precipitação e de água livre nos tecidos das plantas, tornando-se uma condição ideal para a infecção da maioria dos patógenos. Essas estações também coincidem com os períodos de floração e colheita das espécies de pitaia. Além disso, o clima de algumas regiões produtoras sofre influência da altitude, com variações de temperatura e umidade. Dessa forma, pomares localizados em regiões de média e baixa altitudes são mais suscetíveis à infecção por fitopatógenos, por outro lado, em regiões de altitude alta, as temperaturas amenas desfavorecem o crescimento e a infecção de patógenos.

Além do clima, a facilidade de propagação das espécies de pitaia por métodos assexuados (propagação vegetativa) e a escassez de viveiros registrados que assegurem a sanidade (bem como das características genéticas das mudas) têm possibilitado a disseminação de patógenos entre as áreas de produção e impactado a produtividade dos pomares.

A falta de informações concretas sobre o manejo dos pomares pode potencializar os prejuízos. Em um pomar de pesquisa, localizado em Diamantina (MG), têm sido observados sintomas que podem estar associados à podridão de *Fusarium* (Figura 16A) e à podridão-mole bacteriana (Figuras 16B e 16C), que evoluem e atingem todos os cladódios das plantas doentes, causando perda de produção e a morte das plantas (Figuras 16D e 16E).

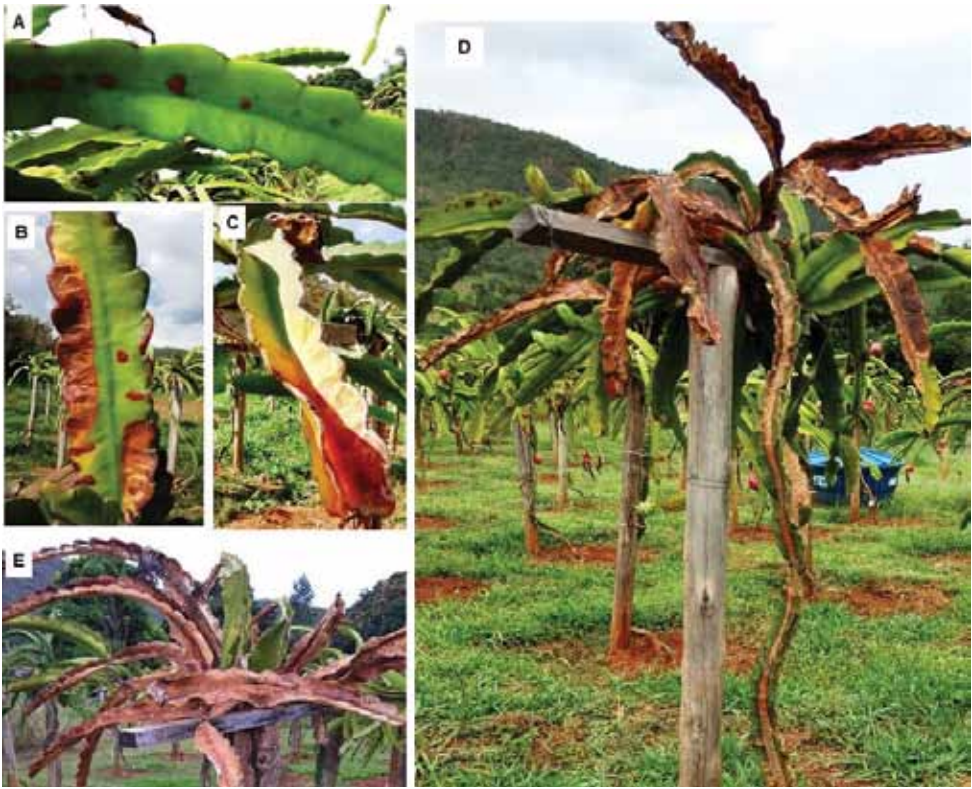


Figura 16. Pomar de *Selenicereus undatus* e *Hylocereus polyrhizus* aos quatro anos após o plantio; a intensificação de sintomas é observada em plantas que não recebem adubação complementar de N e K₂O; A - cladódio com lesões circulares, de coloração marrom no centro; B e C - cladódios com manchas de coloração amarelo castanho nas pontas e bordas de consistência macia e aquosa; D - planta com a maior parte dos cladódios infectados; E - planta completamente comprometida
Fotos: Unidade Experimental da UFVJM - patógenos em investigação

Dois aspectos chamaram a atenção no pomar citado acima: a espécie *S. undatus* tem se mostrado mais suscetível e as plantas que não receberam adubação complementar com N e K₂O. Consequentemente, elas apresentaram baixos teores de N (3,5g kg⁻¹) e de K (3,4g kg⁻¹) nos tecidos dos cladódios e perdas em torno de 73,5% e 86,7% da produção, nos terceiro e quarto ciclos de cultivo, respectivamente. Estas informações evidenciam que deficiências no estado nutricional das plantas acarretam alterações em seu metabolismo, tornando-as mais vulneráveis a determinadas doenças. Existe relato de maior suscetibilidade aos fitopatógenos em plantas de *S. undatus* em função da nutrição inadequada em regiões produtoras do México, onde as plantas deficientes em nutrientes como Ca e N têm apresentado perdas crescentes (VALENCIA-BOTÍN et al., 2003b). Isso ocorre porque uma vez a planta infectada e o quadro sintomatológico iniciado, os cladódios, que são estruturas caulinares adaptadas para fazer fotossíntese, apresentam redução da

área fotossinteticamente ativa, e, assim, o acúmulo e o transporte de nutrientes diminuem, afetando a produtividade do pomar.

Por ser uma espécie de cultivo recente no Brasil não existem muitas informações relacionadas à ocorrência de doenças. Observa-se dificuldade para se determinar o agente causal das doenças que surgem, a resposta de resistência, ou suscetibilidade de diferentes genótipos, assim como a interação das diversas doenças com as diferentes condições ambientais existentes, para quantificar os prejuízos no desenvolvimento e na produtividade. Assim, os relatos da ocorrência de patógenos causadores de danos e perdas econômicas nos pomares de pitaia são importantes para o entendimento dos diferentes quadros epidemiológicos e para o desenvolvimento de estratégias eficientes para o controle dos mesmos.

8.3 Perspectivas e estratégias para o manejo de doenças no Brasil

Com o estabelecimento de programas de melhoramento de pitaia no Brasil e em outros países, espera-se futuramente a identificação, a seleção e o desenvolvimento de novos cultivares com intuito de melhorar a performance produtiva e sanitária nos pomares.

O manejo dos pomares de pitaia envolve uma série de práticas culturais que precisam ser aprimoradas. Além disso, as informações disponíveis precisam chegar até os produtores. Todos os cuidados necessários do plantio à colheita, como a aquisição de mudas sadias (isentas de patógenos), a realização de podas de forma correta, o manejo nutricional das plantas e os cuidados na colheita são fundamentais para evitar a entrada e a disseminação de patógenos.

Conhecer as variações climáticas do local de cultivo é uma estratégia importante para o monitoramento e previsão da ocorrência de doenças, pois, como mencionado, a temperatura, a umidade, a precipitação e a altitude influenciam diretamente no processo de infecção de microrganismos patogênicos e as epidemias das doenças nos pomares. Por sua vez, é a partir do monitoramento eficiente que a adoção de medidas culturais para evitar a disseminação, como a erradicação de plantas com doenças graves e os cuidados com o manuseio de ferramentas e implementos, tornam-se efetivas e diminuem as perdas de produtividade do pomar.

A adoção de medidas preventivas é importante porque a ocorrência de um número expressivo de doenças nem sempre é sinônimo de perda total da produção. Portanto, assim que se observarem os primeiros sintomas, deve-se iniciar os cuidados, pois muitas vezes esse processo pode ser suficiente para evitar a disseminação do patógeno para outras partes da planta e para plantas vizinhas, contendo o avanço da doença.

Considerando que até o momento não há agrotóxicos registrados para o controle de doenças da pitaia no Brasil, as medidas de controle estão baseadas, principalmente, em práticas culturais. Pesquisas visando testar o princípio ativo de produtos sintéticos e alternativos e o registro para o controle de doenças nos pomares de pitaia são necessárias, pois possibilitarão mais uma alternativa de controle que é importante para auxiliar no manejo e garantir a produtividade e a rentabilidade dos pomares.

REFERÊNCIAS

- ABIRAMI, K.; SAKTHIVEL, K.; SHEORAN, N.; BASKARAN, V.; GAUTAM, R.K.; JERARD, B.A.; KUMAR, A. Occurrence of anthracnose disease caused by *Colletotrichum siamense* on dragon fruit (*Hylocereus undatus*) in Andaman Islands, India. **Plant Disease**, v. 103, n. 4, p. 768-768, 2019. DOI: 10.1094/PDIS-09-18-1489-PDN
- ALI, A.; ZAHID, N.; MANICKAM, S.; SIDDIQUI, Y.; ALDERSON, P.G.; MAQBOOL, M. Effectiveness of submicron chitosan dispersions in controlling anthracnose and maintaining quality of dragon fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 86, p. 147-153, 2013. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2013.06.027
- ALMEIDA, M.M.M. **Doenças fúngicas em pitaita (*Hylocereus* sp.) no estado do Ceará**. 2018. 37f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- ASSUNÇÃO, I.P.; LIMA, G.S.A.; AMORIM, E.P.R.; MUNIZ, M.F.S.; ENDRES, L. Ocorrência de *Curvularia lunata* em Jurubeba no estado de Alagoas. **Summa Phytopathology** v. 32, n. 4, p. 386-387, 2006. DOI: 10.1590/S0100-54052006000400014
- ATHIPUNYAKOM, P.; SEEMADUA, S.; DOUNGSA-ARD, C. **Dragon fruit (pitaita) diseases in Thailand: incidence e management strategies**. The 9th National Plant Protection Conference. Thailand. 2009, 230.
- BEN-ZE'EV, I.S.; ASSOULINE, I.; LEVY, E.; ELKIND, G. First report of *Bipolaris cactivora* causing fruit blotch and stem rot of dragon fruit (pitaya) in Israel. **Phytoparasitica**, v. 39, p. 195 - 197, 2011. DOI: 10.1007/s12600-011-0143-y
- CASTRO, J.C.; ENDO, E.H.; SOUZA, M.R.; ZANQUETA, E.B.; POLONIO, J.C.; PAMPHILE, J.A.; UEDA-NAKAMURA, T.; NAKAMURA, C.V.; FILHO, B.P.D.; ABREU FILHO, B.A. Bioactivity of essential oils in the control of *Alternaria alternata* in dragon fruit (*Hylocereus undatus* Haw.). **Industrial Crops and Products**, v. 97, p. 101-109, 2017. DOI: 10.1016/j.indcrop.2016.12.007
- CHOI, H.W.; CHUNG, I.M.; SIN, M.H.; KIM, Y.S.; SIM, J.B.; KIM, J.W.; KIM, K.D.; CHUN, S.C. The effect of spent mushroom sawdust compost mixes, calcium cyanamide and solarization on basal stem rot of the cactus *Hylocereus trigonus* caused by *Fusarium oxysporum*. **Crop Protection**, v. 26, n. 2, p.162-168, 2007. DOI: 10.1016/j.cropro.2006.04.017
- CHOI, M.O.; KIM, S.G.; KIM, Y.H. Suppression of *Bipolaris* stem rot on cactus by heat-inactivated conidial suspension of *Bipolaris cactivora*. **The Plant Pathology Journal**, v. 26, n. 3, p. 231-237, 2010. DOI: 10.5423/PJ.2010.26.3.231

CHUANG, M.F.; NI, H.F.; YANG, H.R.; SHU, S.L.; LAI, S.Y.; JIANG, Y.L. First report of stem canker disease of pitaya (*Hylocereus undatus* and *H. polyrhizus*) caused by *Neoscytalidium dimidiatum* in Taiwan. **Plant Disease**, v. 96, n. 6, p. 906-906, 2012. DOI: 10.1094/PDIS-08-11-0689-PDN

DUARTE, L.M.L.; ALEXANDRE, M.A.V.; RIVAS, E.B.; HAKAKAVA, R.; GALLETI, S.R.; BARRADAS, M.M. Potexvirus diversity in cactaceae from São Paulo state in Brazil. **Journal of Plant Pathology**, v. 90, p. 545-551, 2008

EZRA, D.; LIARZI, O.; GAT, T.; HERSHCOVICH, M.; DUDAI, M. First report of internal black rot caused by *Neoscytalidium dimidiatum* on *Hylocereus undatus* (Pitahaya) fruit in Israel. **Plant Disease**, v. 97, n. 11, p. 1513-1513, 2013. DOI:10.1094/pdis-05-13-0535-pdn

FONTES, J.R.A.; SHIRATSUCHI, L.S.; NEVES, J.L.; JÚLIO, L.; SODRÉ FILHO, J. **Manejo integrado de plantas daninhas**, Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2003. 48 p. (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111; 103)

GAZIS, R.; POUDEL, B.; DEY, K.K.; ZHANG, S.; PALMATEER, A.; CAMPOVERDE, E.V.; BAKER, C.A.; ADKINS, S. First report of *Cactus virus X* in *Hylocereus undatus* (dragon fruit) in Florida. **Plant Disease**, v. 102, n. 12, p. 2666-2666, 2018. DOI: 10.1094/PDIS-05-18-0725-PDN

GUZMÁN-PIEDRAHITA, Ó.A.; PÉREZ, L.; PATIÑO, A. Reconocimiento de nematodos fitoparásitos en pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* HAW.). **Boletín Científico**. Centro de Museos. Museo de Historia Natural, v. 16, n. 2, p. 149-161, 2012

HAFIFI, A.B.M.; KEE, Y.J.; MOHD, M.H. First report of *Fusarium oxysporum* as a causal agent of stem blight of red-fleshed dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) in Malaysia. **Plant Disease**, v. 103, n. 5, p. 1040-1040, 2019. DOI: 10.1094/PDIS-07-18-1249-PDN

HE, P.F.; HO, H.; WU, X.X.; HOU, M.S.; HE, Y.Q. *Bipolaris cactivora* causing fruit rot of dragon fruit imported from Vietnam. **Plant Pathology & Quarantine**, v. 2, n. 1, p. 31-35, 2012. DOI:10.5943/ppq/2/1/5

HIEU, N.T.; THU, N.N.A.; LINH, D.T.; THANH, N.T.K.; HOA, N.V.; RANGASWAMY, M. Effect of various degree of canopy pruning on plant growth, yield, and control of canker disease of dragon fruit crop. In: **International conference on tropical fruit pests and diseases**. Sustainable solutions for tropical fruit pests and diseases, Malaysia, 2018 p.98-104

HU, M.; ZHU, Y.; LIU, G.; GAO, Z.; LI, M.; SU, Z.; ZHANG, Z. Inhibition on anthracnose and induction of defense response by nitric oxide in pitaya fruit. **Scientia Horticulturae**, v. 245, p. 224-230, 2019. DOI: 10.1016/j.scienta.2018.10.030

JIN, X.L.; KO, Y.Z.; NORDAHLIAWATE, M.S.S.; MOHD, M.H.; CHIANG, Y.C. First report of stem canker of dragon fruit caused by *Alternaria* spp. in Taiwan. **New Disease Reports**, v. 41, p. 35-35, 2020. DOI: 10.5197/j.2044-0588.2020.041.035

JITAREERAT, P.; SRIPONG, K.; MASAYA, K.; AIAMLA-OR, S.; UTHAIRATANAKIJ, A. Combined effects of food additives and heat treatment on fruit rot disease and quality of harvested dragon fruit. **Agriculture and Natural Resources**, v. 52, n. 6, p. 543-549, 2018. DOI: 10.1016/j.anres.2018.11.019

JONGSAREEJIT, B.; TEPBOONRUENG, P.; SRISUKSAM, C.; PYODPANAN, P.; WATTANANUKIT, W.; WICHIENTHOTE, N.; KLAMCHAO, K.; AMNUAYKANJANASIN, A. *Colletotrichum siamense* as a myco-biocontrol agent for management of the tridax daisy (*Tridax procumbens*), **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 112, n. 101563, 2020. DOI: 10.1016/j.pmp.2020.101563

JUMJUNIDANG, R.P.Y; EMILDA, R.D.D. Identification and characterization of stem and fruit canker diseases on dragon fruit (*Hylocereus* spp.) in Indonesia. **Jurnal Hortikultura**, v. 29, n. 1, p. 103-110, 2019. DOI: 10.21082/jhort.v29n1.2019.p103-110

KIM, J.S.; PARK, C.Y.; NAM, M.; LEE, J.S.; KIM, H.G.; LEE, S.H. First report of *Cactus virus X* infecting *Hylocereus undatus* in Korea. **Plant Disease**, v. 100, n. 12, p. 2544-2544, 2016. DOI: 10.1094/PDIS-06-16-0889-PDN

LIN, C.P.; ANN, P.J.; HUANG, H.C.; CHANG, J.T.; TSAI, J.N. Anthracnose of pitaya (*Hylocereus* spp.) caused by *Colletotrichum* spp., a new postharvest disease in Taiwan. **Journal of Taiwan Agricultural Research**, v.66, n.3, p.171-183, 2017. DOI: 10.6156/JTAR/2017.06603.01

LIOU, M.R.; HUNG, C.L.; LIOU, R.F. First report of *Cactus virus X* on *Hylocereus undatus* (Cactaceae) in Taiwan. **Plant Disease**, v. 85, n. 2, p. 229-229, 2001. DOI: 10.1094/PDIS.2001.85.2.229A

MA, W.J.; YANG, X.; WANG, X.R.; ZENG, Y.S.; LIAO, M.D.; CHEN, C.J.; SUN, S.; JIA, D.M. First report of anthracnose disease on young stems of bawanghua (*Hylocereus undatus*) caused by *Colletotrichum gloeosporioides* in China. **Plant Disease**, v. 98, n. 7, p. 991, 2014. DOI: 10.1094/PDIS-06-13-0609-PDN

MAIA, J.P.; COSTA, A.C.; ROSWALKA, L.C.; REIS, R.G.E. Agente etiológico e sintomas da podridão do colo em cladódios de pitaias. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 18, n. 1, p. 93-96, 2019

MASYAHIT, M.; SIJAM, K.; AWANG, Y.; SATAR, M.G.M. First report of necrotic spot disease caused by *Cactus virus X* on dragon fruit (*Hylocereus* spp.) in Peninsular Malaysia. **Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia**, v. 22, n. 1, p. 1-12, 2018. DOI: 10.22146/jpti.23763

MASYAHIT, M.; SIJAM, K.; AWANG, Y.; GHAZALI, M. The occurrence of anthracnose disease caused by *Colletotrichum gloeosporioides* on dragon fruit (*Hylocereus* spp.) in Peninsular Malaysia. **Acta Horticulturae**, v. 975, p. 187-195, 2013. DOI: 10.17660/ActaHortic.2013.975.20

MASYAHIT, M.; SIJAM, K.; AWANG, Y.; SATAR, M.G.M. First report on bacterial soft rot disease on dragon fruit (*Hylocereus* spp.) caused by *Enterobacter cloacae* in Peninsular Malaysia. **International Journal of Agriculture & Biology**, v. 11, n. 6, p. 659-666, 2009a

MASYAHIT, M.; SIJAM, K.; AWANG, Y.; SATAR, M.G.M. The first report of the occurrence of anthracnose disease caused by *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. on dragon fruit (*Hylocereus* spp.) in Peninsular Malaysia. **American Journal of Applied Sciences**, v. 6, n. 5, p. 902-912, 2009b. DOI: 10.3844/ajassp.2009.902.912

MILÉO, L.J.; SILVA, J.F.; BENTES, J.L.S.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Plantas daninhas hospedeiras alternativas de *Colletotrichum guaranicola* em cultivos de guaraná no Estado do Amazonas. **Planta daninha**. v. 25, n. 4, p. 771-782. 2007. DOI: 10.1590/S0100-83582007000400014

MIZRAHI, Y. Vine-cacti pitayas - the new crops of the world. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p.124-138, 2014. DOI: 10.1590/0100-2945-452/13

MOHD, M.H.; FAZIHA, I.N.; IZHAM, M.N.N.M.; LATIFFAH, Z. *Fusarium fujikuroi* associated with stem rot of red-fleshed dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) in Malaysia. **Annals of Applied Biology**, v. 170, n. 3, p. 434-446, 2017. DOI: 10.1111/aab.12348

MOHD, M.H.; SALLEH, B.; LATIFFAH, Z. Characterization and pathogenicity of *Fusarium proliferatum* causing stem rot of *Hylocereus polyrhizus* in Malaysia. **Annals of Applied Biology**, v. 163, n. 2, p. 269-280, 2013a. DOI: 10.1111/aab.12057

MOHD, M.H.; SALLEH, B.; LATIFFAH, Z. First Report of *Curvularia lunata* on Red-Fleshed Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*) in Malaysia. **Plant disease**, v. 93, n. 9, p. 971, 2009. DOI:10.1094/PDIS-93-9-0971C

MOHD, M.W.; SALLEH, B.; ZAKARIA, L. Identification and molecular characterizations of *Neoscytalidium dimidiatum* causing stem canker of red-fleshed dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) in Malaysia. **Journal of Phytopathology**, v. 161, n. 11-12, p. 841-849, 2013b. DOI: 10.1111/jph.12146

MOURA, N.M. **Doenças fúngicas da cultura da pitaia**. 2020. 61 p.: il. Dissertação (Mestrado acadêmico - Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais. 2020.

NASCIMENTO, D.D.; LOPES, A.P.M.; FERREIRA, R.J.; CARVALHO, V.R.; BOMBONATO, L.T.; DINIZ, D.B.; SILVA, J.A.A.; WILCKER, S.R.S.; SOARES, P.L.M. First Report of *Meloidogyne javanica* Infecting *Hylocereus megalanthus* in Brazil. **Plant Disease**, v. 104, n. 9, p. 2526, 2020. DOI: 10.1094/PDIS-02-20-0437-PDN

NASCIMENTO, M.B.; BELLÉ, C.; AZAMBUJA, R.M.; MAICH, S.L.P.; NEVES, C.G.; SOUZA-JUNIOR, I.T.; JACOBSEN, C.R.F.; BARROS, D.R. First report of *Colletotrichum karstii* causing anthracnose spot on pitaya (*Hylocereus undatus*) in Brazil. **Plant Disease**, v. 103, n. 8, p. 2137-2137, 2019. DOI: 10.1094/PDIS-02-19-0400-PDN

NATSUAKI, K.T.; SHINKAI, M. Characterization of *Cactus virus X* from *Hylocereus undatus* and *Selenicereus megalanthus* Showing Mosaic Symptom. **Journal of Agricultural Science**, v. 45, p. 325–330, 2001

NOEGROHATI, S.; SULASMI, S.; HERNADI, E.; ASVIASTUTI, S. Dissipation pattern of azoxystrobin and difenoconazole in red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) cultivated in Indonesian highland (West Java) and coastal area (D.I. Jogjakarta) and its implication for dietary risk assessment. **Food Quality and Safety**, v. 3, n. 2, p. 99-106, 2019. DOI: 10.1093/fqsafe/fyz009

OEURN, S.; JITJAK, W.; SANOAMUANG, N. Fungi on dragon fruit in Loei Province, Thailand and the ability of *Bipolaris cactivora* to cause post-harvest fruit rot. **KKU Research Journal**, v. 20, n. 4, p. 405-418, 2015. DOI: 10.14456/kkurj.2015.34

PALACINO-CÓRDOBA, J.H. Estudio de la interacción entre *Glomus manihotis* y *Meloidogyne incognita* Chitwood em pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Britt y Rose) y pitahaya roja (*Hylocereus* sp Britt. y Rose) bajo condiciones de vivero. **Ceniciifé**, v. 11, n. 3, p. 80-90. 1990

PALMATEER, A.J.; PLOETZ, R.C.; VAN SANTEN, E.; CORRELL, J.C. First occurrence of anthracnose caused by *Colletotrichum gloeosporioides* on pitahaya. **Plant Disease**, v. 91, n. 5, p. 631-631, 2007. DOI: 10.1094/PDIS-91-5-0631A

PARAMESWARI, B.; BAJARU, B.; SIVARAJ, N.; MANGRAUTHIA, S.K.; NAGALAKSHMI, S.; BARANWAL, V.K.; HOLAJJER, P.; SRINIVAS, M.; ANITHA, K. First record of Cactus virus X in Dragon Fruit (*Hylocereus* spp.) in India. **Indian Phytopathology**, v. 75, p. 297-299, 2022. DOI: 10.1007/s42360-021-00421-4

PATEL, J.S.; ZHANG, S. First report of *Alternaria* blight of pitahaya (*Hylocereus undatus*) caused by *Alternaria* sp. in South Florida of the United States. **Plant Disease**, v. 101, n. 6, p. 1046-1046, 2017. DOI: 10.1094/PDIS-11-16-1607-PDN

PENG, C.; YU, N.T.; LUO, Z.W.; FAN, H.Y.; HE, F.; LI, X.H.; ZHANG, Z.L.; LIU, Z.X. Molecular identification of *Cactus virus X* infecting *Hylocereus polyrhizus* (Cactaceae) in Hainan Island, China. **Plant Disease**, v. 100, n. 9, p. 1956-1956, 2016. DOI: 10.1094/PDIS-01-16-0048-PDN

PIERANGELI, E.C.G. **Espécies de fungos e bactérias associados à cultura da pitaita e avaliação de estádios de maturação na qualidade da fruta**. 2019. 107p.: il. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG

RETANA-SÁNCHEZ, K.; BLANCO-MENESES, M.; CASTRO-ZÚÑIGA, O. Etiología del cáncer del tallo provocado por *Neoscytalidium dimidiatum* (Penz) en *Hylocereus costaricensis*, en Costa Rica. **Agronomía Costarricense**, v. 43, n. 1, p. 21-33, 2019. DOI: 10.15517/rac.v43i1.35646

RITA, W.S.; SUPRAPTA, D.N.; SUDANA, I.M.; SWANTARA, I.M.D. First report on *Fusarium solani*, a pathogenic fungus causing stem rot disease on dragon fruits (*Hylocereus* sp.) in Bali. **Journal of Biology, Agriculture and Healthcare**, v.3, n.17, p.093-100, 2013

SALAZAR-GONZÁLEZ, C.; SERNA-COCK, L.; GÓMEZ-LÓPEZ, E. Caracterización molecular de *Fusarium* asociado a pudrición basal del fruta en pitahaya (*Selenicereus megalanthus*). **Agronomía Mesoamericana**, v. 27, n. 2, p. 277-285, 2016. DOI: 10.15517/AM.V27I2.21269

SÁNCHEZ, K.R.; CASTRO-ZÚÑIGA, O.; BLANCO-MENESES, M.; QUESADA-GONZÁLEZ, A. Etiología de las pudriciones en el tallo de *Hylocereus costaricensis*, provocadas por *Enterobacter hormaechei*, en Costa Rica. **Agronomía Costarricense**, v. 43, n. 2, p. 61-73., 2019. DOI: 10.15517/rac.v43i2.37949

SOTO, J.; CADENAS, C.; MATTOS, L.; TRIGOSO, C. First report of *Enterobacter cloacae* as a causative agent of soft rot disease in dragon fruit (*Hylocereus undatus*) stems in Peru. **Peruvian Journal of Agronomy**, v. 3, n. 3, p. 144-152, 2019. DOI: doi.org/10.21704/pja.v3i3.1367

SOUZA, V.H.M.; INOMOTOALINE, M.M.; SILVA, M.G.B.; SOUTO, T.G. First report of *Meloidogyne incognita* infecting white pitahaya plants. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 44, n. 1, 2022. DOI: 10.1590/0100-29452022822

TABA, S.; MIYAHIRA, N.; NASU, K.; TAKUSHI, T.; MOROMIZATO, Z. Fruit rot of strawberry pear (pitaya) caused by *Bipolaris cactivora*. **Journal of General Plant Pathology**, v. 73, p. 374-376, 2007. DOI: 10.1007/s10327-007-0032-x

TAGUIAM, J.D.; EVALLO, E.; BENGGOA, J.; MAGHIRANG, R.; BALENDRES, M.A. Susceptibility of the three dragon fruit species to stem canker and growth inhibition of *Neoscytalidium dimidiatum* by chemicals. **Journal of Plant Pathology**, v. 102, p. 1077-1084, 2020. DOI: 10.1007/s42161-020-00551-0

TAKAHASHI, L.M.; ROSA, D.D.; BASSETO, M.A.; SOUZA, H.G.; FURTADO, E.L. First report of *Colletotrichum gloeosporioides* on *Hylocereus megalanthus* in Brazil. **Australasian Plant Disease Notes**, v. 3, p. 96-97, 2008. DOI: 10.1071/dn08038

TARNOWSKI, T.L.B.; PALMATEER, A.J.; CRANE, J.H. First report of fruit rot on *Hylocereus undatus* caused by *Bipolaris cactivora* in south Florida. **Plant Disease**, v. 94, p. 1506-1506, 2010

VALENCIA-BOTÍN, A.J.; KOKUBU, H.; ORTÍZ-HERNÁNDEZ, Y.D. A brief overview on pitahaya (*Hylocereus* spp.) diseases. **Australasian Plant Pathology**, v. 42, p. 437-440, 2013. DOI: 10.1007/s13313-012-0193-8

VALENCIA-BOTÍN, A.J.; HERNÁNDEZ, P.C.; CANTO, A.R. Avances en la etiología y manejo de la pudrición blanda de tallos de pitahaya, *Hylocereus undatus* H. (Cactaceae). **Fitosanidad**, v. 7, n. 2, p. 11-17, 2003b

VALENCIA-BOTÍN, A.J.; SANDOVAL-ISLAS, J.S.; CÁRDENAS-SORIANO, E.; MICHAILIDES, T.J.; RENDÓN-SÁNCHEZ, G. A new stem spot disease of pitahaya [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton and Rose] caused by *Fusicoccum*-like anamorph of *Botryosphaeria dothidea* (Moug.:Fr.) Ces. and de Not. in Mexico. **Revista Mexicana de Fitopatología**, v. 22, n. 1, p.140-142, 2004

VALENCIA-BOTÍN, A.J.; SANDOVAL-ISLAS, J.S.; CÁRDENAS-SORIANO, E.; MICHAILIDES, T.J.; RENDÓN-SÁNCHEZ, G. *Botryosphaeria dothidea* causing stem spots on *Hylocereus undatus* in Mexico. **Plant Pathology**, v. 52, n. 6, p. 803-803, 2003a. DOI: 10.1111/j.1365-3059.2003.00912.x

VALENCIA-CHAMORRO, S.; PÁEZ, D.; GUEVARA, J.; VILAPLANA, R. Aislamiento, identificación, y evaluación de los hongos más agresivos aislados de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) en el periodo poscosecha. **Vitae**, v. 23, supl.1, p. 810-814, 2016

VIJAYA, S.I.; ANUAR, I.S.M.; ZAKARIA, L. Characterization and pathogenicity of *Colletotrichum truncatum* causing stem anthracnose of red-fleshed dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) in Malaysia. **Journal of Phytopathology**, v. 163, n. 1, p. 67-71, 2014. DOI: 10.1111/jph.12261

VILAPLANA, R.; ALBA, P.; VALENCIA-CHAMORRO, S. Sodium bicarbonate salts for the control of postharvest black rot disease in yellow pitahaya (*Selenicereus megalanthus*). **Crop Protection**, v. 114, p. 90-96, 2018. DOI: 10.1016/j.cropro.2018.08.021

VILAPLANA, R.; PÁEZ, D.; VALENCIA-CHAMORRO, S. Control of black rot caused by *Alternaria alternata* in yellow pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) through hot water dips. **LWT – Food Science and Technology**, v. 82, p. 162-169, 2017. DOI: 10.1016/j.lwt.2017.04.042

WRIGHT, E.R.; RIVERA, M.C.; GHIRLANDA, A.; LORI, G.A. Basal rot of *Hylocereus undatus* caused by *Fusarium oxysporum* in Buenos Aires, Argentina. **Plant Disease**, v. 91, n. 3, p. 323-323, 2007. DOI: 10.1094/PDIS-91-3-0323A

WU, J.B.; ZHAN, R.L.; LIU, F.; CANG, J.M. First report of a stem and fruit spot of pitaya caused by *Aureobasidium pullulans* in China. **Plant Disease**, v. 101, n. 1, p. 249, 2017. DOI: 10.1094/PDIS-05-16-0702-PDN

XU, M.; PENG, Y.; QI, Z.; YAN, Z.; YANG, L.; HE, M.; LI, Q.; LIU, C.; RUAN, Y.; WEI, S.; XIE, J.; XIA, Y.; TANG, H. Identification of *Neoscytalidium dimidiatum* causing canker disease of pitaya in Hainan, China. **Australasian Plant Pathology**, v. 47, p. 547-553, 2018. DOI: 10.1007/s13313-018-0588-2

YI, R.H.; LIN, Q.L.; MO, J.J.; WU, F.F.; CHEN, J. Fruit internal brown rot caused by *Neoscytalidium dimidiatum* on pitahaya in Guangdong province, China. **Australasian Plant Disease Notes**, v. 10, n. 13, p. 1-4, 2015. DOI: 10.1007/s13314-015-0166-1

ZAHID, N.; MAQBOOL, M.; ALI, A.; SIDDIQUI, Y.; BHATTI, Q.A. Inhibition in production of cellulolytic and pectinolytic enzymes of *Colletotrichum gloeosporioides* isolated from dragon fruit plants in response to submicron chitosan dispersions. **Scientia Horticulturae**, v. 243, n. 3, p. 314-319, 2019. DOI: 10.1016/j.scienta.2018.08.011

ZHANG, R.Y.; ZHAO, S.X.; TAN, Z.Q.; ZHU, C.H. First report of bacterial stem rot disease caused by *Paenibacillus polymyxa* on *Hylocereus undulatus* in China. **Plant Disease**, v. 101, n. 6, p. 1031-1031, 2017. DOI: 10.1094/PDIS-11-16-1577-PDN

ZHANG, Y.; LIU, Z.; HUANG, Q.; LUO, Y.; PENNERMAN, K.K.; LAI, D.; BAI, H.; LIN, Y.; YIN, G. Rapid detection of *Cactus virus X* in pitaya by efficient reverse transcription loop-mediated isothermal amplification. **Austin Journal of Biotechnology & Bioengineering**, v. 3, n. 1, p. 1-6, 2016

ZHANG, Y.; LU, X.; HUANG, J.; LIU, Z. First report of a stunt nematode (*Tylenchorhynchus agri*) from pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) in Guangxi Province of China. **Plant Disease**, v. 102, n. 12, p. 2662-2662, 2018. DOI: 10.1094/PDIS-02-18-0343-PDN

ZHAO, H.J.; CHEN, S.C.; CHEN, Y.F.; ZOU, C.C.; WANG, X.L.; WANG, Z.H.; LIU, A.R.; AHAMMED, G.J. First report of red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) anthracnose caused by *Colletotrichum siamense* in China. **Plant Disease**, v. 102, n. 6, p. 1175-1175, 2018. DOI: 10.1094/PDIS-08-17-1193-PDN

ZHENG, Q.; WANG, X.; ZHOU, J.; MA, T. Complete genome sequence of a new member of the genus *Badnavirus* from red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*). **Archives of Virology**, v. 165, p. 749-752, 2020. DOI: 10.1007/s00705-019-04503-7

9 Colheita e pós-colheita

Introdução

Railene Hérica Carlos Rocha Araújo, José Darcio Abrantes Sarmiento, Albert Einstein Mathias de Medeiros Teodosio, Núbia Cassiana Santos

A colheita de pitaita no estágio adequado de maturação é fundamental para facilitar o manuseio, assegurar a qualidade e para a conservação pós-colheita. Isso porque as pitaitas estão no grupo de frutas que apresentam baixa produção de etileno após a colheita, com poucas alterações físico-químicas que influenciam o sabor e por isso são classificadas como não climatéricas, devendo ser colhidas quando atingem a maturação completa. Essa definição não é consenso entre os pesquisadores, pois alguns acreditam que elas apresentam algumas alterações pós-colheita, como a intensidade de coloração e a redução da acidez, por exemplo.

A classificação quanto ao desempenho climatérico é um critério utilizado para definir indicativos visando estabelecer o estágio de maturação adequado para a realização da colheita. Isso porque é durante a fase de maturação que as pitaitas apresentam diversas mudanças na coloração da casca e da polpa, na textura, na permeabilidade dos tecidos (maciez da polpa) e nos teores de ácidos orgânicos, com aumento no teor de sólidos solúveis e redução da acidez, entre outros.

A determinação do estágio de maturação adequado para a colheita é importante para que as pitaitas cheguem ao mercado ou à indústria com as suas características de qualidade preservadas. Entre os fatores que devem ser considerados para determinar o ponto de colheita estão o destino que será dado às pitaitas, para o mercado de frutas de mesa (consumo ao natural) ou para a indústria, e a distância do mercado consumidor, as diferenças entre espécies ou cultivares e as condições climáticas do local de cultivo. Isso porque as mudanças que ocorrem durante a fase de maturação são desencadeadas, principalmente, pela síntese de etileno, devido ao aumento da taxa respiratória e ao fato de que o tempo para as pitaitas iniciarem estes processos é variável.

A colheita no estágio de maturação adequado também é importante para prolongar a conservação pós-colheita, pois a pitaita tem uma vida útil limitada e os cuidados no momento da colheita contribuem para manter a sua qualidade durante o armazenamento, o transporte e a comercialização. Além disso, é necessária a utilização de tecnologias para prevenir a deterioração microbiológica e minimizar as alterações fisiológicas e bioquímicas responsáveis pela degradação pós-colheita. Assim a utilização de técnicas adequadas para a colheita e para a conservação pós-colheita, que contribuem para prolongar o período de comercialização com a manutenção da qualidade, podem evitar perdas consideráveis da produção.

9.1 Determinação do ponto de colheita

O estágio de maturação adequado para a realização da colheita pode ser definido a partir de características de indicação direta e ou indireta, considerando as pitaitas como frutas não climatéricas (NERD et al., 1999; LI et al., 2017), as quais devem permanecer na planta até atingirem a maturação.

Os índices de maturidade utilizados para determinar o ponto de colheita de pitaias têm sido a mudança completa de cor da casca, a firmeza da polpa, os sólidos solúveis (SS), a acidez titulável (AT), a relação da SS/TA e o número de dias após a floração (PAULL, 2014; MENEZES et al., 2015). A tomada de decisão correta tem sido alcançada com a associação de mais de um destes índices, principalmente porque eles ocorrem de forma diferente entre as espécies de pitaias, além da influência das condições climáticas.

9.1.1 Mudanças na coloração da casca

A mudança na coloração da casca ocorre devido à degradação da clorofila e à síntese de novos pigmentos. Nas pitaias, a síntese de carotenoides é responsável pela cor amarela e de antocianinas e betalainas pelas cores vermelha ou roxa (ZHOU et al., 2020). A cor da casca é a característica mais utilizada para a maioria das espécies de pitaias, no entanto, é uma avaliação que requer experiência do produtor, pois a mudança na coloração da casca é característica individual de cada espécie e ou cultivar.

A tonalidade da casca e das escamas da pitaias é alterada de verde para o vermelho, o rosa e o amarelo, dependendo da espécie ou cultivar, ao longo do processo de maturação (Figura 1). A mudança completa na casca pode ocorrer em torno de quatro a cinco dias após a primeira mudança de cor, dependendo do local de cultivo e da espécie (ORTIZ & TAKAHASHI, 2015). As escamas mantêm-se verde do início da maturação até a colheita, dependendo do grau de maturação. Após esse período, pode ocorrer mudança na coloração, provavelmente pela degradação de clorofila e a síntese de outros pigmentos (MAGALHÃES et al., 2019).



Figura 1. Mudança de cor em pitaias das espécies dos gêneros *Hylocereus* e *Selenicereus*; A - pitaias com mudança completa de coloração da casca e das escamas; B - pitaias após o início da mudança de coloração na casca, com escamas ainda verdes; C - pitaias de cor amarela e espinhos na casca, que se desprendem com o processo de amadurecimento

Fotos: Núbia C. Santos

A aferição da coloração é realizada com o auxílio de um colorímetro digital, que mede mudanças de cor a partir de coordenadas que indicam L* a luminosidade, C* a saturação e h o ângulo de tonalidade. O ângulo de tonalidade é expresso em graus e começa a se movimentar em sentido anti-horário, com início no eixo +a*, no qual 0° é vermelho e 90° é amarelo, por exemplo. No caso das pitaias que apresentam casca de cor vermelha, elas são consideradas maduras quando o valor do matiz é inferior a 30°, faixa angular em que o tom vermelho se destaca e se intensifica (TO et al., 2002).

Por não existir ponto de colheita bem definido, os produtores têm considerado a mudança na coloração da casca para realizar a colheita (GARCÍA-CRUZ et al., 2016). Cabe destacar que, na maioria dos casos, a cor não contribui para um aumento efetivo de qualidade (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Dessa forma, é importante que a mudança na coloração da casca não seja utilizada como marcador morfológico na verificação do grau de maturação isoladamente e que o ponto de colheita seja estabelecido associando outros indicadores.

9.1.2 Firmeza da polpa

A firmeza da polpa é determinada pelas substâncias pécticas que compõem as paredes celulares. Com a maturação, estas substâncias são solubilizadas, o que ocasiona o amolecimento dos tecidos nas frutas, e por isso a firmeza da polpa é utilizada para avaliar o estágio de maturação.

A avaliação da firmeza da polpa é realizada com um aparelho denominado penetrômetro (Figura 2), cuja leitura indica o grau de resistência da polpa. Recomenda-se a realização de duas ou mais leituras em cada pitaias para melhor precisão, em regiões equidistantes, devido ao fato de a maturação nem sempre ocorrer de maneira uniforme.

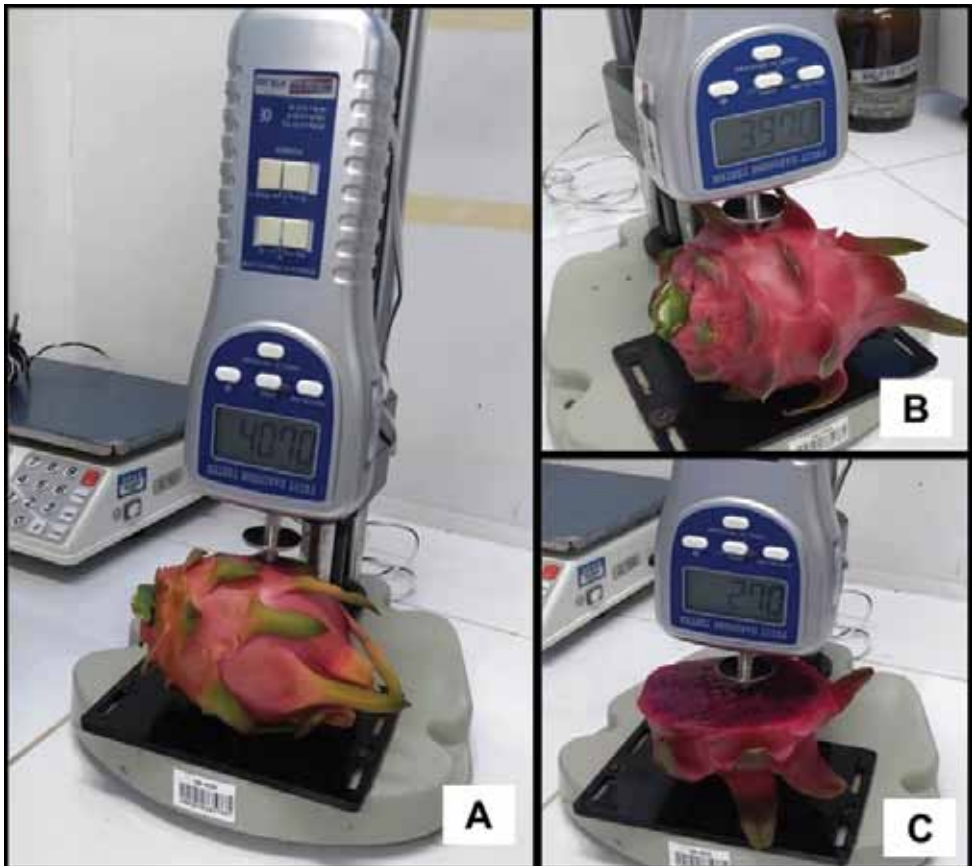


Figura 2. Penetrômetro digital utilizado para medir a firmeza da polpa; A e B - Leituras da firmeza em pitaias inteiras, sem a remoção da casca; C - Leitura da polpa

Fotos: Railene Hérica C. R. Araújo

A avaliação da firmeza pode ser realizada na pitáia integralmente (Figuras 2A e 2B), sem remoção da casca e ou após um pequeno corte lateral raso da pele externa, ou na polpa após o corte central, na região equatorial (Figura 2C). Ponteiros de 6mm a 8mm podem ser utilizados para realização da leitura. Este método é simples, pois o penetrômetro é um aparelho de fácil manuseio e existem modelos portáteis que podem ser levados a campo (penetrômetro de bolso) e os resultados podem ser relacionados com as mudanças de coloração da casca.

As pitaias devem ser colhidas maduras, com a polpa ainda firme. Pesquisas demonstram firmeza variável em pitaias que apresentam mudança de cor na casca, isso porque há diferenças entre as espécies e o manejo adotado, como a adubação e o estágio de maturação. As leituras realizadas em pitaias que apresentam cor de casca vermelha têm variado entre $51,45 \pm 2,58$ N (inteira) e $2,88 \pm 0,27$ (polpa) na espécie *Hylocereus polyrhizus*

(SARMENTO, 2017) e 91,8 N a 92,84 N (inteira) e de 1,8 N a 2,1 N (polpa) na *Selenicereus undatus* (BRUNINI & CARDOSO, 2011; DUARTE et al., 2017; MAGALHÃES et al., 2019).

A firmeza é um indicativo do estágio de amadurecimento e também de senescência, afetando diretamente a vida pós-colheita. Esta característica está relacionada às propriedades químicas das células da parede, especialmente a pectina, a qual se apresenta na forma insolúvel em tecidos imaturos e, com a maturação, há aumento da concentração pectina solúvel, indicativa de amolecimento do tecido (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Dessa forma, ela pode ser correlacionada com as mudanças na coloração da casca para a determinação do melhor ponto de colheita de pitaias e no acompanhamento da qualidade até chegar ao consumidor final, pois pitaias mais firmes apresentam maior vida útil e maior resistência ao transporte.

9.1.3 Sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis consiste em um indicativo de doçura das frutas, portanto, a sua determinação antes da colheita é importante para assegurar a aceitação do consumidor. Os sólidos solúveis correspondem, principalmente, aos açúcares solúveis (glicose, frutose e sacarose), além de outros compostos, como ácidos, vitaminas, aminoácidos e algumas pectinas presentes nos vegetais e a maioria das frutas quando maduras apresentam teores entre 8 e 14% (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Portanto, é uma medida indireta para açúcares, mas, mesmo assim, é uma das características importantes de qualidade porque está relacionada com o sabor.

Com a maturação, os teores de sólidos solúveis tendem a aumentar devido à biossíntese ou à degradação de polissacarídeos e por isso são avaliados para determinar o grau maturação em pitaias (MAGALHÃES et al., 2019; RANGEL JUNIOR et al., 2021).

A avaliação do teor de sólidos é realizada utilizando-se um aparelho denominado refratômetro (Figura 3). O método é simples e fácil e pode ser realizado em campo, pois há modelos portáteis que apresentam compensação automática de temperatura entre 10° e 30°C ou de 10 a 40°C para ajuste das leituras.



Figura 3. Refratômetro digital portátil utilizado para a determinação do teor de sólidos solúveis

Foto: Railene Hérica C. R. Araújo

A avaliação dos sólidos solúveis é realizada diretamente em uma porção da polpa de pitaita ou no suco natural. A extração do suco é feita da polpa, utilizando um tecido de náilon de malha estreita apoiado em funil em um recipiente limpo. O número de pitaitas incluídas em cada medida pode ser variável, mas é importante que seja representativo das variações observadas no pomar, as quais devem ser associadas às mudanças na coloração da casca ou número de dias após a antese, por exemplo.

Outra técnica mais rápida e prática consiste na extração do suco da polpa cortada da extremidade da pitaita, aproximadamente 2cm da base. Isso, no entanto, pode resultar em valor diferente, quando comparado às medidas obtidas de polpa da pitaita inteira, porém, é usual no controle de qualidade.

O teor de 12,2% é o valor mínimo a ser considerado no momento da colheita de pitaitas, com a casca completamente colorida (ORTIZ & TAKAHASHI, 2015). No entanto, aquelas que apresentam teores superiores a 12% ou 13% apresentam maior aceitação para consumo ao natural (WANITCHANG et al., 2010). Para a indústria, teores de sólidos solúveis mais elevados reduzem, de forma considerável, o custo do processamento, por dispensarem ou reduzirem a incorporação de açúcar (SATO et al., 2014).

É importante destacar que os teores de sólidos solúveis em pitaitas variam em função da espécie, do estágio de maturação, das condições edafoclimáticas do local de cultivo, do manejo do pomar e das condições de armazenamento após a colheita. Entre as espécies, as pitaitas de *H. polyrhizus* (19,2% a 22,1%) e de *S. megalanthus* (16,9% a 21,1%) têm se destacado, pois apresentam teores superiores em relação às da *S. undatus* (13,6% a 17,7%), considerando o mesmo local de cultivo, manejo e estágio de maturação semelhantes, com a colheita realizada após a mudança completa na cor da casca (RABELO et al., 2020b; ALVES et al., 2021).

9.1.4 Acidez titulável

A acidez titulável fornece informações sobre os ácidos orgânicos presentes nas frutas e, assim como os sólidos solúveis, consiste de uma avaliação indicativa para aceitação do consumidor, porque influencia no sabor. A avaliação de acidez pode ser também utilizada como indicativo do estágio de maturação, pois ela tende a aumentar durante o desenvolvimento fisiológico e diminuir durante a maturação (NERD et al., 1999; TO et al., 2000; ORTIZ & TAKAHASHI, 2015).

A acidez é determinada pela percentagem de ácidos orgânicos e a concentração de íons hidrogênios (pH). A acidez titulável é medida visando identificar o sabor ácido, enquanto o pH é para determinar a qualidade dos produtos processados. A acidez é medida por meio de titulação com hidróxido de sódio no extrato da polpa para quantificar o teor de ácidos presentes. Entre os ácidos orgânicos identificados em pitaitas, o málico é o que predomina (ANGONESE et al., 2021).

Em pitaitas, a acidez durante a maturação é geralmente inferior a 1% após a mudança de cor da casca, e tem sido relacionada ao estágio de maturação no momento da colheita (ORTIZ & TAKAHASHI, 2015). A redução da acidez durante a maturação pode ser associada à mudança de coloração na casca e aos dias após a antese, pois se tem observado valores superiores a 1% (1,63%), em pitaitas que apresentam coloração da casca

verde aos 28 dias após a antese, os quais diminuem significativamente (0,4% a 0,25%), após a mudança completa da casca, entre 36 e 42 dias após a antese (MAGALHÃES et al., 2019). De acordo com estes autores, foi possível determinar o ponto de colheita de pitaias da *S. undatus* entre 34 e 38 dias após a antese, associando a qualidade sensorial e a aparência visual (cor), com base em análises de firmeza, no teor de sólidos solúveis e na acidez. Isso ocorre porque os ácidos orgânicos como o malato tendem a diminuir conforme o fruto amadurece, sendo utilizados como substrato em vias constituintes da respiração, em decorrência da demanda por substratos da respiração devido ao aumento nas taxas respiratórias (TUCKER, 1993; TO et al., 2000).

Além do estágio de maturação, o teor de acidez pode variar em função da espécie, das condições edafoclimáticas do local de cultivo, do manejo do pomar e das condições de armazenamento após a colheita. No Brasil, os teores divulgados têm sido abaixo de 1% (0,55 e 0,1%) (BRUNINI & CARDOSO, 2011; ORTIZ & TAKAHASHI, 2015; DUARTE et al., 2017; SARMENTO, 2017; RABELO et al., 2020a; ALVES et al., 2021). As pitaias com acidez de 0,24% têm apresentado boa aceitação pelos consumidores (CENTURIÓN et al., 1999). Esses teores são semelhantes aos observados em frutas como a maçã que variam entre 0,12% a 0,61% (CZELUSNIAK et al., 2003) e a pera de 0,39% a 0,32% (COUTINHO et al., 2003), por exemplo.

A relação entre os teores de sólidos solúveis (SS) e de acidez titulável (AT) tem sido associada ao estágio de maturação fisiológica e seu equilíbrio é responsável, em grande parte, pelo sabor (CHITARRA & CHITARRA, 2005). A relação SS/AT considerada ideal para consumo de pitaias é em torno de 40 (TO et al., 2002), mas é importante que esta relação seja alcançada com teores elevados de sólidos solúveis, não apenas pela redução da acidez. Entretanto, vale ressaltar que todos os fatores ambientais ou fisiológicos que interferem no metabolismo dos açúcares e ácidos influenciam na relação SS/AT e, conseqüentemente, no sabor das pitaias.

9.1.5 Número de dias após a antese

O número de dias entre antese até o pleno desenvolvimento das pitaias também tem sido utilizado para determinar o momento de colheita (MENEZES et al., 2015; MAGALHÃES et al., 2019). A partir dessa avaliação é possível indicar a maturidade fisiológica na qual as pitaias apresentam características, como cor, teor de sólidos solúveis e acidez, adequadas para a aceitação dos consumidores. No entanto, como se trata de um método de indicação indireta, as diferenças entre as espécies e as condições edafoclimáticas do local de cultivo, como as variações de temperatura, podem interferir nas características de qualidade e, dessa forma, prolongar ou antecipar a colheita.

Nas espécies *S. undatus* e *H. polyrhizus* cultivadas em condições de clima subtropical, com inverno seco, verão chuvoso e temperatura média anual de 22°C, a colheita tem ocorrido entre 34 a 43 dias após antese (SILVA et al., 2015). Em regiões de tipos climáticos Cwa e Cwb, denominados de tropical de altitude ou temperado suave (mesotérmico), a maturação tem ocorrido de 30 a 40 dias após a antese, quando as pitaias adquirem a coloração rosa a vermelho intenso e a textura firme (MARQUES et al., 2011). Em região de clima tropical chuvoso (Aw), muito quente, com chuvas predominantes nas estações do

verão e outono, e temperatura média de 26,5°C, a colheita ocorre entre 29 a 35 dias após a antese (MACHADO, 2019). Na espécie *S. megalanthus* cultivada em condições de clima tropical de alta altitude, a colheita pode ocorrer em até três estações ao longo do ano, verão, outono a até no início do inverno, e o ponto de colheita ser alcançado entre 96 a 110 dias após a antese, quando a casca desenvolve a cor amarela e os espinhos desprendem da casca (RABELO et al., 2020a).

Na espécie *S. undatus*, a mudança de coloração da casca em função dos dias após a antese, de 28 a 42 dias (Figura 4), evidencia a importância de relacionar as mudanças durante a maturação para definir o ponto adequado para a colheita, pois no início da mudança de cor (entre 30 a 32 dias após antese) as pitaias apresentam baixo teor de sólidos solúveis e acidez elevada, e, no final do estágio de maturação (a partir dos 38 dias após a antese), elas se tornam menos atraentes, devido ao murchamento das escamas e à perda de luminosidade na coloração da casca (MAGALHÃES et al., 2019).

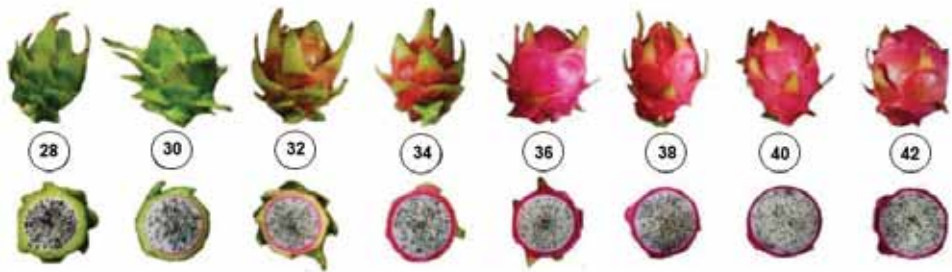


Figura 4. Mudança de coloração da casca em função dos dias após a antese

Fonte: Magalhães et al. (2019)

As mudanças físico-químicas de qualidade das pitaias em função do número de dias após a antese estão relacionadas com a maturação e podem variar em função das espécies e das características climáticas de cada região. Dessa forma, a determinação do estágio de maturação adequado depende da observação de vários indicadores, visando favorecer o manuseio, o tempo de armazenamento e a qualidade final das pitaias.

9.2 Manuseio pós-colheita

O protocolo estabelecido para fornecer uma metodologia-padrão para o manuseio pós-colheita de pitaias da espécie *S. undatus* pode ser adaptado para as demais espécies (WOOLF et al., 2006). Mais recentemente, um relatório desenvolvido pelo Departamento Australiano de Agricultura e Recursos Hídricos (ADAWR, 2017) lançou uma revisão dos procedimentos de colheita e manuseio pós-colheita. Estes procedimentos são apresentados a seguir.

1) Colheita - as pitaias devem ser colhidas, preferencialmente pela manhã, nas horas mais frescas do dia para garantir a qualidade, aumentar a vida útil e evitar a perda de umidade. A colheita deve ser realizada manualmente usando uma tesoura de colheita ou tesoura de poda para cortar o pedúnculo. No momento da colheita as pitaias devem

apresentar boa qualidade, sem danos físicos ou problemas fitossanitários e maturação uniforme. As frutas colhidas devem ser manuseadas com cuidado e colocadas em cestos ou caixas de colheita, que devem ser deixados na sombra até serem transportados da fazenda para o centro de coleta (galpão) ou casa de embalagem (PPD, 2010).

II) Recepção - na área de recebimento da casa de embalagem é verificada a documentação do produtor e a qualidade das pitaias quanto à cor, ao tamanho e à presença de cicatrizes e de danos mecânicos (defeitos). Nessa etapa, separam-se aquelas com qualidade para a exportação, se for o objetivo, e aquelas que não apresentam padrão para exportação. Todos os procedimentos devem ser realizados com a garantia de rastreabilidade. Pitaias inadequadas para a comercialização são separadas e armazenadas em uma área reservada, até serem descartadas.

III) Limpeza - após a seleção as frutas devem ser encaminhadas para a sala de lavagem para o corte dos pedaços de cladódio em torno de 0,5cm a 1,0cm. Posteriormente, as pitaias devem ser cuidadosamente lavadas em água limpa, com auxílio de escovas macias. Esta operação é importante para a remoção de detritos e material enegrecido que adere ao interior da cavidade da flor. A utilização de cloro na água de lavagem ou imersão em água quente (46° ou 55°C) (HOA et al., 2006; LAU et al., 2007) controlam pragas e doenças pós-colheita. O tratamento térmico é um procedimento-padrão contra a mosca-das-frutas da qual a pitaiá é hospedeira e também para evitar a infecção por fungos que podem deteriorar a qualidade das frutas durante o armazenamento. Quando for aplicado o tratamento térmico, este deve ser realizado em até dois dias após a colheita, mas preferencialmente no dia seguinte à colheita (WOOLF et al., 2006). Após a lavagem ou imersão, a secagem deve ser feita utilizando-se bicos de ar comprimido antes de serem transferidas para as salas de classificação e embalagem.

IV) Seleção - Nessa etapa é realizada a classificação de pitaias para a comercialização. A equipe de funcionários deve ser treinada. Antes de embalar, as frutas devem ser escovadas a seco sobre a superfície das escamas e dentro da cavidade da extremidade da flor para eliminar qualquer resíduo. As pitaias podem ser armazenadas temporariamente em uma sala fria adjacente para remover o excesso de calor.

V) Embalagem - As pitaias devem ser acondicionadas de forma adequada para evitar danos durante o transporte. Os materiais utilizados no interior da embalagem devem ser novos, isso inclui material reciclado de qualidade alimentar, limpos e de qualidade que evitem causar danos externos ou internos as frutas (FAO-WHO, 2003). De acordo com estas normas, podem ser utilizados selos ou rótulos de papel com especificações comerciais, desde que a impressão ou a rotulagem sejam feitas com tinta ou cola não tóxicas.

A embalagem mais usual são caixas de papelão, geralmente com capacidade de 4kg e 10kg, contendo orifícios de ventilação cobertos com tela para evitar a entrada de insetos. As caixas de 4kg são apropriadas para o transporte para mercados mais distantes (exportação) e têm a capacidade de acondicionar 6, 8, 10, 12, 14 ou 16 pitaias por caixa, dependendo do tamanho (PAULL, 2014). As pitaias embaladas devem ser armazenadas em câmaras frias, sob temperaturas de 10°C, até o carregamento em caminhões refrigerados.

As salas de classificação e embalagem devem ser limpas, seguras, equipadas com sistemas de tratamento pós-colheita e o acesso a elas é apenas por meio de sistemas de passagem de porta dupla.

9.3 Classificação

A classificação de pitaias para a comercialização pode ser feita de acordo o padrão internacional, o qual considera o tamanho, a massa e os defeitos (FAO-WHO, 2003), isso porque estas normas não estão estabelecidas para a classificação no Brasil. A padronização e a separação de lotes considerando também o estágio de maturação são importantes, pois facilitam o processo de comercialização e têm os objetivos de classificar e padronizar os lotes destinados ao mercado.

Considerando o padrão internacional, as pitaias que apresentam massa igual ou superior a 150g são classificadas em diferentes categorias nas classes Extra, I e II, tolerando entre 5% a 10% de defeitos leves no lote (Tabela 1) e as menores que 150g são consideradas sem padrão comercial.

Tabela 1. Classificação comercial de pitaias de acordo com padrão internacional

Classes	Descrição	Massa		Categorias*	Tolerância**
		Amarela	Vermelha/ Branca		
Extra	<ul style="list-style-type: none"> • Qualidade superior; • características da variedade e/ou tipo comercial; • livre de defeitos, com exceção de defeitos superficiais muito leves que não afetam a aparência, a qualidade e a embalagem. 	-	>701	A	5%
		-	601-700	B	
		-	501-600	C	
I	<ul style="list-style-type: none"> • Boa qualidade; • características da variedade e/ou tipo comercial; • ligeiros defeitos de forma e da casca não excedendo 1cm² da área de superfície total da fruta; • os defeitos não devem afetar a polpa da fruta. 	-	500-400	D	10%
		> 361	401-300	E	
II	<ul style="list-style-type: none"> • Frutas não são incluídas nas classes altas, mas satisfazem os requisitos mínimos de qualidade, como integridade, aparência fresca, livre de qualquer matéria estranha visível e pragas, etc.; • ligeiros defeitos de forma e da casca, não excedendo 2cm² da área total da superfície da fruta. 	360-261	301-250	F	10%
		260-201	251-200	G	
		200-151	201-151	H	

...continuação

Classes	Descrição	Massa		Categorias*	Tolerância**
		Amarela	Vermelha/ Branca		
Sem padrão comercial	-	150- 110	150-110	I	-

Fonte: adaptado de FAO-WHO, 2003

*Categoria: classificação da pitaiia em relação à massa em gramas. **Tolerância: porcentagem de pitaiias que não atendam aos requisitos da classe indicada.

9.4 Armazenamento

A caracterização das transformações que ocorrem naturalmente após a colheita de frutas de qualquer espécie é essencial para a destinação ao mercado (GARCÍA-CRUZ et al., 2016). A utilização de tecnologias pós-colheita para prolongar a vida útil das frutas é necessária quando se pretende chegar ao mercado externo.

A refrigeração é uma das tecnologias mais eficientes e utilizadas para prolongar a vida útil pós-colheita de frutas porque reduz a intensidade de processos metabólicos, o que diminui o murchamento (desidratação), permanecendo atrativas por mais tempo.

O armazenamento de pitaiias sob baixas temperaturas reduz seu metabolismo e retarda sua senescência. Pesquisas demonstram que a utilização de baixas temperaturas durante o armazenamento tem se mostrado como uma alternativa para retardar o amolecimento da polpa e a perda de acidez de pitaiias das espécies *S. undatus* e *H. polyrhizus* (TO et al., 2002; PUNITHA et al., 2010).

A aparência das pitaiias é uma das características mais atraentes na fase pós-colheita. Entretanto, a perda de água é apontada como um dos principais fatores de perda de aparência na maioria dos mercados que comercializam essas frutas, principalmente devido ao enrugamento das escamas (MIZRAHI, 2014). De acordo com o autor, isso ocorre porque a casca e as escamas apresentam estômatos ativos, que se concentram, principalmente, nas escamas e por isso é o primeiro tecido a murchar.

As condições de armazenamento devem ser adequadas porque as pitaiias são de origem tropical e, assim como a maioria das frutas desse grupo, são sensíveis à exposição a temperaturas abaixo de 10°C (EL-RAMADY et al., 2015). A utilização de temperaturas abaixo de 10°C para armazenamento deve levar em consideração a sensibilidade dessas frutas a danos que podem ser causados pelo frio.

A suscetibilidade de frutas ao frio está ligada, dentre outros fatores, à espécie, e a condições edafoclimáticas do lugar onde foram produzidas e do estágio de maturação, em que frutas colhidas precocemente são mais propensas a injúrias por frio (TO et al., 2000; JALGAONKAR et al., 2020), assim como as frutas produzidas em condições tropicais são mais sensíveis ao armazenamento em temperaturas abaixo de 10°C (EL-RAMADY et al., 2015). Por exemplo, o armazenamento de pitaiias produzidas no estado da Califórnia, EUA, a 5°C, resultou em pequenos sintomas de injúria por frio (*chilling*) no tecido externo da polpa, próximo à casca e foi a melhor condição para manter a qualidade pós-colheita

(FREITAS & MITCHAM, 2013). Por outro lado, pitaias armazenadas a 6°C, ao serem transferidas para ambiente a 20°C, podem apresentar injúria por *chilling* (Figura 5), que é uma lesão caracterizada por escurecimento e murchamento precoce das escamas, polpa aquosa ou translúcida, diminuição do sabor e desenvolvimento de sabor estranho (ruim) (NERD et al., 1999, JALGAONKAR et al., 2020). A injúria por frio em pitaias não ocorre progressivamente com o tempo de armazenamento, mas é maior sob temperatura mais baixas (BALOIS-MORALES et al., 2013).

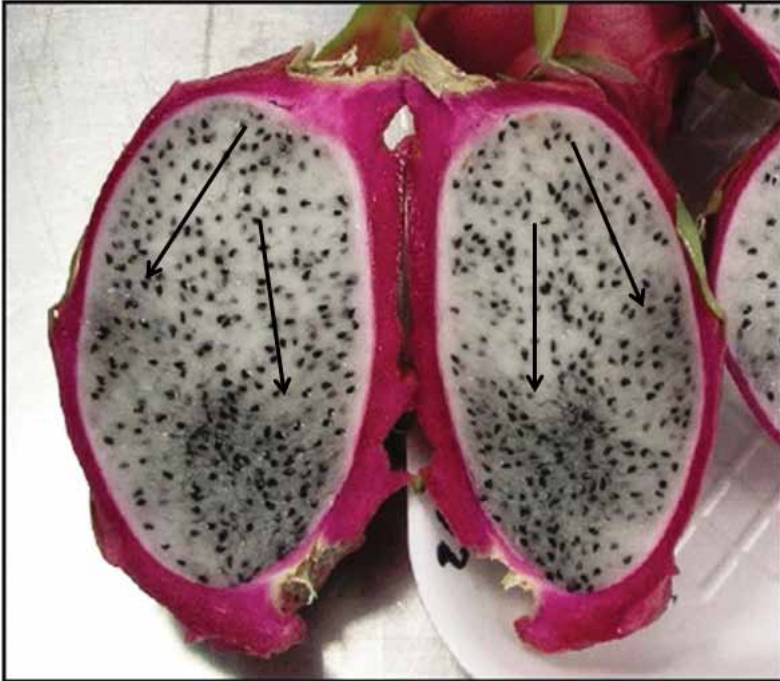


Figura 5. *Chilling* em pitaya da espécie *S. undatus* com zonas escuras causadas pelo armazenamento a $3\pm 1^\circ\text{C}$ por 21 dias

Fonte: Balois-Morales et al. (2013)

Por outro lado, o armazenamento de pitaya em condição ambiente favorece a rápida perda de qualidade, pois a deterioração é acelerada (GARCÍA-CRUZ et al., 2016). Armazenamento em temperaturas acima de 20°C provoca mudanças nas características físicas e físico-químicas das frutas, as quais são decorrentes de processos de reações bioquímicas, oxidação e degradação de compostos de interesse, levando à senescência (LI et al., 2017).

Uma das alternativas para prolongar a vida útil pós-colheita das pitaias é por meio do melhoramento genético (MIZRAHI, 2014). Segundo o autor, as pitaias de alguns cultivares melhorados apresentam vida útil de 26 dias, sendo 21 dias a 10°C, seguidos de 5 dias a 20°C.

O armazenamento sob condições de atmosfera modificada (2 kPa O₂ + 5 kPa CO₂ a 6°C) tem mostrado resultados promissores, com redução significativa do amarelecimento das escamas e manutenção da acidez das pitaias (HO et al., 2021).

O prolongamento da vida útil também tem sido avaliado utilizando embalagens com atmosfera modificada e tem mostrado resultados positivos (CHANDRAN, 2010; SUTRISNO & PURWANTO, 2011; CASTRO et al., 2020). Isso ocorre porque as embalagens alteram as condições atmosféricas, diminuindo a taxa de respiração que influencia os processos fisiológicos e bioquímicos das frutas. As embalagens que modificam a atmosfera ao redor da fruta geralmente utilizam filmes poliméricos com diferentes permeabilidades para O₂, CO₂, outros gases e H₂O (CHANDRAN, 2010). De acordo com este autor, os benefícios da embalagem de filme no armazenamento de pitaias incluem manutenção da alta umidade relativa do ar, redução da perda de água, redução da contaminação durante o manuseio e, assim, manutenção da qualidade pós-colheita. Entretanto, o tempo de conservação, entre 15 e 42 dias, depende da temperatura utilizada no armazenamento (CHANDRAN, 2010; CASTRO et al., 2020), pois sob condições de temperatura de 16°C e 24°C ± 1°C, as pitaias iniciaram a senescência rapidamente, apresentando perda de qualidade (CHANDRAN, 2010).

Além do método utilizado para a conservação das frutas, o estágio de maturação no momento da colheita é determinante para a vida útil pós-colheita. Isso foi observado no armazenamento de pitaias colhidas 28-30 dias após a floração (antese) sob atmosfera modificada em saco de polietileno (taxa de transmissão de O₂ 4000 mL m⁻² dia⁻¹) que foram conservadas por 35 dias a 10°C, enquanto as frutas colhidas aos 40 dias após a floração (antese) armazenadas na mesma embalagem apresentaram vida útil 50% menor (TO et al., 2002).

Os revestimentos comestíveis também são utilizados como barreira de proteção das frutas. Nas pitaias, os resultados observados com solução de quitosana contribuíram para prolongar a vida útil pós-colheita em até 28 dias quando as frutas foram armazenadas em câmara fria (10 ± 2°C e 80 ± 5% UR) (ALI et al., 2014).

No Brasil, pesquisas realizadas para avaliar o tempo de armazenamento de pitaita mostram que elas podem apresentar vida útil pós-colheita variáveis de acordo com as condições de temperatura e umidade (BRUNINI & CARDOSO, 2011; CASTRO et al., 2017; DUARTE et al., 2017; SARMENTO, 2017). De acordo com estes autores, o armazenamento refrigerado pode ser realizado a temperaturas entre 8±1°C e 13±1°C e umidade relativa de 65% a 95% (Tabela 2).

Tabela 2. Temperatura (T), umidade relativa (UR) e tempo de armazenamento (TA) de pitaias produzidas pelas espécies *Selenicereus undatus* [(Haw.) D. R. Hunt] e *Hylocereus polyrhizus* [(F. A. C. Weber) Britton & Rose] em diferentes condições de clima

T (°C)	UR%	TA (dias)	Clima local de cultivo	Espécie	Fonte
21-27	44-63	5			
18±1	86-92	15	Tropical	<i>S. undatus</i>	Brunini & Cardoso (2011)
13±1	85-90	25			
8±1	85-95	25			
8	65	25	Subtropical	<i>S. undatus</i>	Castro et al. (2017)
13	65	20			
13	-	21	Tropical de altitude	<i>S. undatus</i>	Duarte et al. (2017)
25±1	45±5	12	Tropical	<i>H. polyrhizus</i>	Sarmento (2017)
10+1	95±5	32			

O armazenamento de pitaias da espécie *S. undatus* sob temperaturas de 8°C e 13°C pode prolongar a vida útil pós-colheita por até 25 dias, enquanto em ambiente com temperaturas de 21°C e 18°C a vida útil é de cinco e 10 dias apenas, respectivamente (BRUNINI & CARDOSO, 2011). Entretanto, cabe destacar que pode haver variações entre as espécies, as condições de cultivo e o estágio de maturação no momento da colheita. Pitaias da espécie *H. polyrhizus*, produzidas em condições tropicais e armazenadas sob refrigeração (10±1°C e 95±5% UR), mantêm-se com boa aparência, firmes, com teores de açúcares elevados, boa relação SS/AT e elevado conteúdo de betacianinas e betaxantinas, podendo ser comercializadas por até 32 dias, sem perdas na qualidade (SARMENTO, 2017). E, de acordo com este mesmo autor, quando o armazenamento é realizado sob temperatura ambiente (25±1°C e 45±5% UR), o tempo para comercialização é de até 12 dias.

O estágio de maturação em que pitaias são colhidas é determinante para o tempo de conservação pós-colheita, tendo em vista que os primeiros sinais de senescência podem ser observados ainda no campo. Isso pode ocorrer porque, dependendo do tempo para a colheita após a mudança de cor, a descoloração e o murchamento das escamas se intensificam, tornando-se amareladas e depois acastanhadas e podem se expandir para as demais partes da casca (MAGALHÃES et al., 2019). Além disso, a manipulação e as condições de temperatura adequadas durante o armazenamento contribuem para a manutenção da qualidade das pitaias após a colheita. Assim, sob condições ideais, a vida útil das pitaias pode ser de 30 a 45 dias, considerando a taxa respiratória de 36,5mL kg⁻¹ h⁻¹ (TO et al., 2000).

9.5 Qualidade pós-colheita

A avaliação de qualidade após a colheita é realizada com base em atributos físicos, físico-químicos, químicos, características morfológicas e de aparência do fruto aceitáveis e importantes para fins de rastreabilidade, a partir de amostras referentes a determinado lote de produção. Dentre as avaliações mais frequentes, na prática de uma empresa, podem-se destacar o peso (massa fresca), a perda de massa fresca, a firmeza, os sólidos solúveis, a acidez titulável e a aparência externa e interna das frutas. Outras avaliações são importantes para uma caracterização mais completa na análise de qualidade, como açúcares, elementos funcionais (ácido ascórbico, compostos fenólicos, betacianinas, betaxantinas) e atividade antioxidante.

9.5.1 Perda de massa fresca

A avaliação de peso (massa fresca) é importante na determinação da perda de massa fresca que acontece após a colheita e pode refletir na aparência externa, como o aspecto de murcha das pitaias. A massa fresca pode ser aferida em uma bandeja ou caixa, sem a necessidade de determinar a massa fresca das pitaias, individualmente. A perda de massa está associada à transpiração e à deterioração. Portanto, ela é fortemente influenciada pelas condições de armazenamento, a maturação e a presença de injúrias por frio, entre outros fatores.

Espera-se que as condições de armazenamento retardem a perda de massa e mantenham os índices abaixo de 10%, pois acima desse percentual há prejuízo à aparência das pitaias. O armazenamento refrigerado ($10\pm 1^\circ\text{C}$ e $95\pm 5\%$ UR) tem retardado a perda de massa (8,6%) em pitaias da espécie *H. polyrhizus* por 32 dias, enquanto, em ambiente com temperatura de $25\pm 1^\circ\text{C}$ e $45\pm 5\%$ UR, o percentual mínimo (10,98%) é superado em apenas 14 dias de armazenamento (SARMENTO, 2017).

A perda de massa pode variar em função da espécie. As pitaias da *S. undatus* são apontadas como as mais suscetíveis, devido à maior quantidade de estômatos presentes na casca e nas escamas (MIZRAHI, 2014). Nas pitaias dessa espécie, a perda de massa tem variado de 13,9% a 17,1%, em ambiente com temperatura de 13°C (DUARTE et al., 2017). Estes autores também mencionam que a variação na perda de massa é influenciada pelo tamanho das pitaias, em função da maior área de exposição que perde água para o ambiente.

A perda de massa nas pitaias é importante porque a comercialização se dá em função de sua massa. Além disso, a perda de massa fresca apresenta relação direta com a aparência, uma vez que, ao perder água para o ambiente, ocorre o murchamento e, conseqüentemente, o enrugamento da casca, o que afeta a aceitação pelos consumidores.

9.5.2 Firmeza

A firmeza é uma característica importante na pós-colheita, pois as pitaias mais firmes conferem maior resistência ao transporte, possibilitando a comercialização para mercados mais distantes. A perda de firmeza, de modo geral, está relacionada ao estágio

de maturação, aos cuidados durante o manuseio e à perda de massa fresca. Isso porque o murchamento nas pitaias é um indicativo de alta perda de massa fresca, o que reflete em menor firmeza.

A redução na firmeza, assim como a perda de massa, tem variado em função das condições de temperatura e do tempo de armazenamento (HOA et al., 2006; BRUNINI & CARDOSO, 2011; SARMENTO, 2017). Em condição ambiente ($25\pm 1^\circ\text{C}$ e $45\pm 5\%$ UR), a perda de firmeza das pitaias tende a ser alta (28,06%), mesmo em curto período de armazenamento (14 dias), comparando-se à perda de firmeza (22,2%) sob condições de ambiente refrigerado ($10\pm 1^\circ\text{C}$ e $95\pm 5\%$ UR), por um período mais longo (32 dias) de armazenamento (SARMENTO, 2017). De acordo com o autor, a firmeza é fundamental para que as pitaias resistam a impactos que porventura elas possam sofrer durante a cadeia de comercialização.

A perda de firmeza é um fenômeno associado à degradação de componentes da parede celular, que se inicia durante a maturação e por alterações nas propriedades da cutícula (OSORIO et al., 2013). Tendo em vista que as pitaias são colhidas maduras, a variação de firmeza indica modificação de polissacarídeos nas células da lamela média e na parede primária na fase de senescência. Dessa forma, é uma característica relevante, pois influencia a vida útil dessas frutas após a colheita.

9.5.3 Sólidos solúveis

As pitaias, geralmente, apresentam variação nos teores de sólidos solúveis após a colheita (BRUNINI & CARDOSO, 2011; DUARTE et al., 2017). Isso ocorre porque as condições de temperatura durante o armazenamento podem favorecer a continuidade de processos metabólicos, como a respiração. Assim, a temperatura é importante para a manutenção do teor de sólidos solúveis durante o armazenamento (BRUNINI & CARDOSO, 2011), característica importante para a qualidade das pitaias.

A redução do teor de sólidos solúveis durante o armazenamento (Tabela 3) pode ser explicada pela utilização na síntese de outros compostos, ou pelo consumo no processo respiratório, pois os açúcares são os principais substratos da respiração via glicólise (CHITARRA & CHITARRA, 2005, OSORIO et al., 2013), evidenciando o início da senescência das pitaias.

Tabela 3. Variação do teor de sólidos solúveis (SS) em pitaias das espécies *Selenicereus undatus* [(Haw.) D. R. Hunt] e *Hylocereus polyrhizus* [F. A. C. (Weber) Britton & Rose] no dia da colheita e no final do período de armazenamento sob diferentes condições de temperatura (T) e tempos de armazenamento (TA)

Variável	colheita	armazenamento	T (°C)	TA (dias)	Espécie	Fonte
Sólidos solúveis %	11,5	13,37	21-27	5	<i>S. undatus</i>	Brunini & Cardoso (2011)
	11,5	8,52	18±1	15		
	11,5	8,7	13±1	25		
	11,5	10,9	8±1	25		
	13,5	12,14	13	21	<i>S. undatus</i>	Duarte et al. (2017)
	13,2	11,14	25±1	12	<i>H. polyrhizus</i>	Sarmiento (2017)
	12,84	10,22	10±1	32		

As condições de armazenamento controlam o processo respiratório, em que os carboidratos são oxidados para a produção de energia. Dessa forma, a quantidade de açúcares pode mudar progressivamente nas células vegetais e por isso representa uma variável importante que pode ser utilizada para o acompanhamento das condições pós-colheita (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

9.5.4 Acidez titulável

A principal razão pela qual pitaias perdem o sabor após a colheita é uma queda acentuada da acidez, devido à redução da concentração de ácido málico (NERD et al., 1999). De acordo com estes autores, este problema, provavelmente, pode ser resolvido cruzando-se progenitores que apresentam alto teor de ácidos ou cultivando-se clones que apresentam declínio de ácidos reduzido, opções que não estão disponíveis.

Menor alteração na acidez pode ser alcançada com o armazenamento refrigerado (Tabela 4). As condições de temperatura mantidas durante o armazenamento são fundamentais para manutenção da qualidade, tendo em vista que a redução na concentração de ácidos orgânicos na pós-colheita de pitaias não pode ser relacionada com a continuidade do amadurecimento, com a conversão em açúcares. Os ácidos orgânicos (malato) nas pitaias é citado com um dos substratos da respiração, mesmo que a taxa de respiração seja praticamente estável, com pequenas variações na pós-colheita (MAGAÑA-BENITEZ et al., 2013), que é perfil típico de frutas não climatéricas. No entanto, sob refrigeração a taxa respiratória diminui e se mantém estável com o equilíbrio da temperatura de armazenamento, o que contribui para aumentar a vida útil pós-colheita (FREITAS & MITCHAM, 2013).

Tabela 4. Variação da acidez titulável (AT) em pitaias das espécies *Selenicereus undatus* [(Haw.) D. R. Hunt] e *Hylocereus polyrhizus* [(F. A. C. Weber) Britton & Rose] no dia da colheita e no final do período de armazenamento sob diferentes condições de temperatura (T) e tempos de armazenamento (TA)

Variável	colheita	armazenamento	T (°C)	TA (dias)	Espécie	Fonte	
Acidez titulável %	1,42	0,18	21-27	5	<i>S. undatus</i>	Brunini & Cardoso (2011)	
	1,42	0,55	18±1	15			
	1,42	0,18	13±1	25			
	1,42	0,21	8±1	25			
	0,34	0,14	13	21	<i>S. undatus</i>	Duarte et al. (2017)	
	0,38	0,13	25±1	12	<i>H. polyrhizus</i>	Sarmento (2017)	
	0,39	0,14	10±1	32			
	0,36	0,13-0,16		5	20	<i>S. undatus</i>	Freitas & Mitcham (2013)
		0,11-0,09		7			
			0,08-0,07	10			

9.5.5 Aparência externa

A aparência do cladódio próximo ao pedúnculo e das escamas nas pitaias pode ser utilizada para a avaliação da qualidade pós-colheita, considerando as alterações naturais decorrentes do avanço dos processos de amadurecimento e senescência. A aparência externa das pitaias pode ser avaliada subjetivamente.

9.5.5.1 Aparência do cladódio

A aparência do cladódio é baseada no grau de enrugamento e na mudança de cor que ocorre no pedaço de cladódio residual que, geralmente, fica anexado ao pedúnculo das pitaias, por ocasião do corte para a realização da colheita. As mudanças que ocorrem dependem do tamanho do pedaço de cladódio. A escala de notas desenvolvida por Woolf et al. (2006) possibilita a avaliação da aparência, atribuindo-se a nota 0 (zero) às pitaias que apresentam cladódio verde e saudável; 1 para as que apresentam cor verde e amarelada nas bordas do corte do cladódio; 2 – quando há mudança da cor verde para amarela em grande parte da superfície e o tecido apresenta depressões e enrugamento; 3 - quando há enrugamento e dessecação mais avançada no tecido e observa-se a cor uniforme verde-amarela pálida sobre a superfície do cladódio e 4 – quando o tecido do cladódio apresenta-se completamente enrugado ou ressecado e muito quebradiço, com mudança de cor para o amarelo e não apresenta quase nenhum ponto verde. Em alguns casos, o tecido ficará completamente seco e marrom.

9.5.5.2 Aparência da escama

A aparência das escamas é uma característica fundamental na qualidade das pitaias. A escala de notas de 0 a 5 foi desenvolvida Woolf et al. (2006) para a avaliação de forma rápida, em que 0 (zero) corresponde às pitaias que apresentam cores verde, amarela ou vermelha brilhantes, sem escurecimento, firmes, retas ou ligeiramente curvadas e bem afastadas; 1 - mudança da cor verde para o amarelo moderado e leve escurecimento das bordas, com curvatura moderada; 2 – pontas verdes, com predominância da cor amarela e escurecimento moderado nas extremidades; 3 – mudança da cor verde, amarelamento e escurecimento das bordas; 4 – ausência da cor verde, acompanhada de amarelamento e ou escurecimento completo e 5 – As escamas completamente necrosadas.

A aparência externa das pitaias é um dos principais fatores que depreciam a qualidade, principalmente devido ao murchamento (MIZRAHI, 2014). Ela é influenciada pela temperatura, umidade relativa e pelo tempo de armazenamento. Por isso, as condições utilizadas durante o armazenamento (principalmente a temperatura, que pode acelerar o processo de respiração e o início da senescência) são fundamentais para manter a qualidade.

9.5.6 Aparência interna

A aparência interna das pitaias pode ser avaliada a partir de um corte ao meio, longitudinalmente, para avaliar a translucidez da polpa (WOOLF et al., 2006). De acordo com estes autores essa avaliação é realizada considerando a escala de notas de 0 (zero) a 3, em que a nota zero é atribuída às pitaias que não apresentam translucidez da polpa; a nota 1 (leve) para pitaias ligeiramente translúcidas, observando-se a polpa translúcida apenas na margem, próximo à casca (~2mm); nota 2 (moderada) para translucidez estendendo-se em torno de 4mm da polpa (inaceitável) e a nota 3 (severa) se refere à translucidez grave, apresentando polpa translúcida estendendo-se >6mm. Geralmente, os casos graves são causados pelo aquecimento da fruta em água, o que favorece a penetração dos pigmentos vermelhos da casca na polpa.

9.5.7 Açúcares

Os açúcares totais chegam a representar 60% a 70% dos sólidos solúveis e, em pitaias, estes valores podem ser superiores a 80% (DUARTE et al., 2017). Os açúcares totais representam os monossacarídeos, os dissacarídeos e os polissacarídeos, sendo separados em duas classes: os açúcares redutores e os açúcares não redutores. Os açúcares redutores (glicose e frutose) conferem aos frutos o sabor doce, mais acentuado. Dessa forma, é desejável que se tenha maior porcentagem de açúcares redutores em relação aos açúcares totais. A glicose é o açúcar presente em maior quantidade em pitaia de polpa vermelha; a frutose predomina em pitaia de polpa branca, enquanto o açúcar não redutor (sacarose) encontra-se em menor quantidade nas duas espécies (WICHENCHOT et al., 2010; OBENLAND et al., 2016).

Durante o processo de armazenamento, os teores de glicose, frutose, sacarose tendem a diminuir nas frutas porque os açúcares são utilizados como substrato no processo respiratório (via glicolítica) (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Essa variação tem sido relatada em pitaias da espécie *S. undatus* após 20 a 25 dias de armazenamento (CASTRO et al., 2017; DUARTE et al., 2017).

Por outro lado, a variação dos teores de açúcares na colheita e na pós-colheita também pode estar relacionada ao processo de perda de água durante o armazenamento, além dos processos de biossíntese ou degradação de polissacarídeos, o que favorece a maior concentração dos mesmos ao final do armazenamento.

9.5.8 Ácido ascórbico

As vitaminas são micronutrientes indispensáveis à saúde humana, facilmente encontradas em produtos de origem vegetal, mas, normalmente, em baixas concentrações, com exceção de algumas frutas tropicais (RUFINO et al., 2010). A vitamina C é um excelente antioxidante e é utilizada como índice de qualidade, sendo desejável que as frutas apresentem teores elevados, devido aos seus inúmeros benefícios à saúde.

A redução do teor ácido ascórbico (vitamina C) durante o armazenamento pode ser atribuída a mudanças na atmosfera ao redor dos frutos, principalmente devido ao oxigênio, pois esta vitamina é uma substância redutora (BRUNINI & CARDOSO, 2011). Dessa forma, a variação do conteúdo de vitamina C na pitaias depende das condições de temperatura e do tempo de armazenamento (Tabela 5).

Tabela 5. Variação do teor de ácido ascórbico (vitamina C) de pitaias produzidas pelas espécies *Selenicereus undatus* [(Haw.) D. R. Hunt] e *Hylocereus polyrhizus* [(F. A. C Weber) Britton & Rose] no dia da colheita e no final do período de armazenamento sob diferentes condições de temperatura (T) tempos de armazenamento (TA)

Variável	colheita	armazenamento	T (°C)	Tempo (dias)	Espécie	Fonte
Vitamina C (mg 100 g ⁻¹)		32,38	21-27	5		
	28,19	27,38	18±1	15	<i>S. undatus</i>	Brunini & Cardoso (2011)
		26,41	13±1	25		
		26,86	8±1	25		
	10,77	4,28	13	21	<i>S. undatus</i>	Duarte (2013)
	21,42	18,11	25±1	12	<i>H. polyrhizus</i>	Sarmiento (2017)
		17,67	10±1	32		

9.5.9 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos compreendem ampla faixa de substâncias que apresentam um anel aromático com, no mínimo, um grupo hidroxila. Representam um dos mais abundantes grupos de compostos encontrados na natureza e são de particular interesse na fisiologia pós-colheita, em função do seu papel na cor, no sabor, no aroma e na adstringência das frutas (VILAS BOAS, 2002).

Entre os compostos fenólicos encontrados nos vegetais estão os flavonoides, os quais englobam as antocianinas, que são pigmentos solúveis em água, amplamente difundidas no reino vegetal e conferem nuances de cores variadas em frutos, como vermelho, laranja e azul (FRANCIS, 1989). Além dos flavonoides, os ácidos fenólicos, os taninos e os tocoferóis são os mais comuns fenólicos de fonte natural, com ação antioxidante.

Os compostos fenólicos nas pitaias podem variar em função da espécie, do estágio de maturação e das condições de armazenamento. A variação pode apresentar perdas de 49,5% a 59,4% (LIMA et al., 2013; SARMENTO, 2017; CASTRO et al., 2014; 2017).

9.5.10 Composição de betacianinas e betaxantinas

As betacianinas e as betaxantinas são os pigmentos que proporcionam as cores vermelho-violeta e amarelo-laranja, respectivamente (LIRA et al., 2019). A presença destes pigmentos nas pitaias é interessante, pois, além da participação na atividade antioxidante (WU et al., 2006), eles podem ser amplamente explorados como corantes naturais na indústria de alimentos (ver capítulo 10), além de contribuir como atrativo na aparência e, por isso, a sua conservação após a colheita das pitaias é essencial. Entretanto, alguns fatores, como o aumento de pH, a temperatura e a luz aceleram a degradação de betacianinas durante o armazenamento (MELLO et al., 2015).

Considerando que o conteúdo destes pigmentos pode variar entre as espécies de pitaias e as condições de armazenamento, cabe ressaltar a importância de se utilizar embalagens e temperaturas adequadas para assegurar a conservação e diminuir as perdas. Em relação às betacianinas, a variação, durante o período de 32 dias de armazenamento, sob refrigeração ($10\pm 1^\circ\text{C}$), pode causar perdas em torno de 21,1%, enquanto, sob condições de temperatura ambiente ($25\pm 1^\circ\text{C}$), em 14 dias, de 50,0% (SARMENTO, 2017).

9.5.11 Atividade antioxidante

A atividade antioxidante tem se mostrado um importante critério na avaliação da qualidade de frutas. Em geral, a capacidade antioxidante de frutas está relacionada aos teores de compostos hidrossolúveis, como os compostos fenólicos e a vitamina C. Nas pitaias, além destes compostos, a elevada capacidade antioxidante pode estar associada ao teor de betacianinas, de forma que a polpa e a casca são boas fontes de antioxidantes (WU et al., 2006).

Durante o armazenamento, geralmente ocorre redução dos teores de vitamina C, compostos fenólicos, betacianinas e betaxantinas e por isso espera-se a diminuição da atividade antioxidante total das pitaias, tendo em vista a existência de correlação direta

entre o conteúdo fenólico e a atividade antioxidante (KIM et al., 2011). Contudo, esta atividade nas pitaias é considerada de moderada a alta, pois os compostos fenólicos e as betacianinas são os principais responsáveis pela sua atividade antioxidante (SARMENTO, 2017). Possivelmente, por essa razão, a atividade antioxidante total apresenta pequenas variações durante o armazenamento refrigerado, diferente do que se tem observado em condições de temperatura ambiente, que tende a apresentar redução mais significativa.

Além das condições de armazenamento, as diferenças relacionadas à capacidade antioxidante total podem ocorrer devido ao armazenamento de pitaias originadas de diferentes locais de produção e estágio de maturação e, também, ao método utilizado para fazer a determinação.

REFERÊNCIAS

ADAWR – Australian Department of Agriculture and Water Resources. **Final report for the review of biosecurity import requirements for fresh dragon fruit from Vietnam**. 2017. Disponível em: <https://www.agriculture.gov.au/biosecurity/risk-analysis/plant/dragon-fruit-from-vietnam/final-report>. Acesso em: 8 set. 2020.

ALI, A.; ZAHID, N.; MANICKAM, S.; SIDDIQUI, Y.; ALDERSON, P.G. Double Layer Coatings: A new technique for maintaining physico-chemical characteristics and antioxidant properties of dragon fruit during storage. **Food Bioprocess Technology**. v.7, n.8, p.2366–2374. 2014. DOI: 10.1007/s11947-013-1224-3.

ALVES, D.A.; CRUZ, M.C.M.; LIMA, J.E.; SANTOS, N.C.; RABELO, J.M.; BARROSO, F.L. Productive potential and quality of pitaya with nitrogen fertilization. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 56. 2021. DOI: 10.1590/S1678-3921.pab2021.v56.01882

ANGONESE, M.; MOTTA, G.E.; FARIAS, N.S.; MOLOGNONI, L.; DAGUER, H.; BRUGNEROTTO, P.; COSTA, A.C.O.; MÜLLER, C.M.O. Organic dragon fruits (*Hylocereus undatus* and *Hylocereus polyrhizus*) grown at the same edaphoclimatic conditions: Comparison of phenolic and organic acids profiles and antioxidant activities. **LWT**, v. 149, n. 111924, 2021. DOI: 10.1016/j.lwt.2021.111924.

BALOIS-MORALES, R.; PENA-VALDIVIA, C.B.; ARROYO-PENA, V.B. Symptoms and sensitivity to chilling injury of pitahaya (*Hylocereus undatus* (haw.) Britton & Rose) fruits during postharvest. **Agrociencia**, v. 47, n. 8, p. 795-813, 2013.

BRUNINI, M.A.; CARDOSO, S.S. Qualidade de pitaias de polpa branca armazenadas em diferentes temperaturas. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 3, p. 78-84, 2011.

CASTRO, A.; ESGUERRA, E.; FRANCO, R.K. Modified atmosphere packaging and low temperature storage of red-fleshed dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus* (Weber) Britton & Rose). **Philippine Journal of Crop Science**, v.45, n.1, p.1-12, 2020.

CASTRO, J.C.; MARDIGAN, P.L.; WATANABE, R.; CLEMENTE, E.; ABREU FILHO, B.A. Conservação de frutos de pitaiá (*Hylocereus undatus* (Haw.)) com utilização de revestimentos comestíveis e refrigeração. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 8 n. 4, p. 89-103, 2017.

CASTRO, J.C.; MOTA, V.A.; MARDIGAN, L.P.; MOLINA, R.; CLEMENTE, E. Application of coverings and storage at different temperatures on dragon fruits (*Hylocereus undatus*). **American Journal of Experimental Agriculture**. v.4, n.10, p.1197-1208, 2014. DOI: 10.9734/AJEA/2014/10602

CENTURIÓN Y.A.; SOLÍS, P.S.; MERCADO, S.E.; BAÉZ, S.R.; SAUCEDO, V.C.; SAURI, D.E. Variación de las principales características de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante su maduración postcosecha. **Horticultura Mexicana**. v. 7, n.3, p. 419-425. 1999.

CHANDRAN, S. Effect of film packing in extending shelf life of dragon fruit, *Hylocereus undatus* and *Hylocereus polyrhizus*. **Acta Horticulturae**, n.875, p. 389-394. 2010. DOI: 10.17660/ActaHortic.2010.875.49

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

COUTINHO, E.F.; MALGARIM, M.B.; SOUZA, E.L.; TREPTOW, R.O. Qualidade pós-colheita da pera (*Pyrus communis* L.) cultivar carrick submetida a diferentes condições de armazenamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 3, p. 417-420, 2003.

CZELUSNIAK, C.; OLIVEIRA, M.C.S.; NOGUEIRA, A.; SILVA, N.C.C.; WOSIACKI, G. Qualidade de maçãs comerciais produzidas no Brasil Aspectos físico-químicos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, p. 25-31, 2003.

DUARTE, M.H.; QUEIROZ, E.R.; ROCHA, D.A.; COSTA, A.C.; ABREU, C.M.P. Qualidade de pitaia (*Hylocereus undatus*) submetida à adubação orgânica e armazenada sob refrigeração. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.20, e2015115, 2017. DOI: 10.1590/1981-6723.11515.

DUARTE, M.H. **Armazenamento e qualidade de pitaia [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose] submetida à adubação orgânica**. 2013. 113 p.: il. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

EL-RAMADY, H.R.; DOMOKOS-SZABOLCSY, É.; ABDALLA, N.A.; TAHA, H.S.; FÁRI, M. Postharvest management of fruits and vegetables storage. In: **Sustainable agriculture reviews**, Springer International Publishing, 2015. p. 65-152.

FAO-WHO. CODEXALIMENTARIUS. **Standard for Pitahayas**. CXS 237-2003. Adopted in 2003. Amended in 2005, 2011.

FRANCIS, F.J. Food colorants: anthocyanins. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.28, p.273-314, 1989.

FREITAS, S.T.; MITCHAM, E.J. Quality of pitaya fruit (*Hylocereus undatus*) as influenced by storage temperature and packaging. **Scientia Agricola**, v. 70, n. 4, p. 257-262, 2013. DOI: 10.1590/S0103-90162013000400006

GARCÍA-CRUZ, L.; VALLE-GUADARRAMA, S.; SALINAS-MORENO, Y.; LUNAMORALES, D.C. Postharvest quality, soluble phenols, betalains content, and antioxidant activity of *Stenocereus pruinosus* and *Stenocereus stellatus* fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 111, p. 69-76, 2016. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2015.07.004

HO, L.P.; TRAN, D.T.; HERTOOG, M.L.A.T.M.; NICOLAÏ, B.M. Effect of controlled atmosphere storage on the quality attributes and volatile organic compounds profile of dragon fruit (*Hylocereus undatus*), **Postharvest Biology and Technology**, v. 173, 2021, DOI: 10.1016/j.postharvbio.2020.111406

HOA, T.T.; CLARK, C.J.; WADDELL, B.C.; WOOLF, A.B. Postharvest quality of Dragon fruit (*Hylocereus undatus*) following disinfesting hot air treatments. **Postharvest Biology and Technology**, v. 41, n. 1, p. 62-69, 2006. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2006.02.010

JALGAONKAR, K.; MAHAWAR, M.K.; BIBWE, B.; KANNAUJIA, P. Postharvest profile, processing and waste utilization of dragon fruit (*Hylocereus* spp.): A Review, **Food Reviews International**, v.1525, n. 6103, p. 1-27, 2020. DOI: 10.1080/87559129.2020.1742152

KIM, H.; CHOI, H.K.; MOON, J.Y.; KIM, Y.S.; MOSADDIK, A.; CHO, S.K. Comparative antioxidant and antiproliferative activities of red and white pitayas and their correlation with flavonoid and polyphenol content. **Journal of Food Science**, Raleigh, v. 76, n. 1, p. C38-C45, 2011. DOI: 10.1111 / j.1750-3841.2010.01908.x

LAU, C.Y.; OTHMAN, F.; ENG, L. The effect of heat treatment, different packaging methods and storage temperatures on shelf life of dragon fruit (*Hylocereus* spp.) **Research Centre Semongok Agriculture**, Kuching, Sarawak. 2007, 1-16.

LI, X.; LONG, Q.; GAO, F.; HAN, C.; JIN, P.; ZHENG, Y. Effect of cutting styles on quality and antioxidant activity in fresh-cut pitaya fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 124, p. 1-7, 2017. DOI: 10.1016 / j.postharvbio.2016.09.009

LIMA, C.A.; FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; COHEN, K.O.; GUIMARÃES, T.G. Características físico-químicas, polifenóis e flavonoides amarelos em frutos de espécies de pitaias comerciais e nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, p. 565-570, 2013. DOI: 10.1590/S0100-29452013000200027

LIRA, S.M.; COELHO, L.C.; MARQUES, C.G.; HOLANDA, M.O.; DANTAS, J.B.; LMA, A.C.V. de; SANTOS, G.B.M.; SILVA, G.S. da; ABREU, F.A.P. de; DIONISIO, A.P.; ZOCCOLO, G.J.; GUEDES, M. I. F. **Caracterização fitoquímica dos extratos bruto e aquoso da polpa e da casca de pitaya vermelha (*Hylocereus polyrhizus*)**. In MATOS, R.R.S. da; ANDRADE, H.A.F. de; MACHADO, A.F. (Org.). A face multidisciplinar das ciências agrárias 4. Ponta Grossa: Atena, 2019. p. 67-78. DOI: 10.22533/at.ed.8851923128

MACHADO, F.G.A. **Densidades de plantio e ciclos de cultivo na produção e qualidade de frutos e fenologia reprodutiva da pitaya vermelha**. 2019. 97p. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

MAGALHÃES, D.S.; RAMOS, J.D.; PIO, L.A.S.; VILAS BOAS, E.V.B.; PASQUAL, M.; RODRIGUES, F.A.; RUFINI, J.C.M.; SANTOS, V.A. Physical and physicochemical modifications of white-fleshed pitaya throughout its development. **Scientia Horticulturae**, v. 243, p. 537-543, 2019. DOI: 10.1016/j.scienta.2018.08.029

MAGAÑA-BENITEZ, W.; SAURI, E.; CORRALES, J.; SAUCEDO, C. Variaciones bioquímicas-fisiológicas y físicas de las frutas de pitahaya (*Hylocereus undatus*) almacenadas en ambiente natural. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 14, n. 2, p. 139-148, 2013.

MARQUES, V.B.; MOREIRA, R.A.; RAMOS, J.D.; ARAÚJO, N.A.; SILVA, F.O.R. Fenologia reprodutiva de pitaya vermelha no município de Lavras, MG. **Ciência Rural**, v. 41, n. 6, p. 984 – 987, 2011. 10.1590/S0103-84782011005000071

MELLO, F.R.; BERNARDO, C.; DIAS, C.O.; GONZAGA, L.; AMANTE, E.R.; FETT, R., CANDIDO, L.M.B. Antioxidant properties, quantification and stability of betalains from pitaya (*Hylocereus undatus*) peel. **Ciência Rural** v.45 n.2, pp.323-328. 2015. DOI: 10.1590/0103-8478cr20140548.

MENEZES, T.P.; RAMOS, J.D.; LIMA, L.C.O.; COSTA, A.C.; NASSUR, R.C.M.R; RUFINI, J.C.M. Características físicas e físico-químicas de pitaya vermelha durante a maturação. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 631-644, 2015. DOI: 10.5433/1679-0359.2015v36n2p631

MIZRAHI, Y. Vine-cacti pitayas: the new crops of the world. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 1, p. 124-138, 2014. DOI:10.1590/0100-2945-452/13

NERD, A.; GUTMAN, F.; MIZRAHI, Y. Ripening and postharvest behaviour of fruits of two *Hylocereus* species (Cactaceae). **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 17, n. 1, p. 39-45, 1999. DOI: 10.1016/S0925-5214(99)00035-6

O BENLAND, D.; CANTWELL, M.; LOBO, R.; COLLIN, S.; SIEVERT, J.; ARPAIA, M.L. Impact of storage conditions and variety on quality attributes and aroma volatiles of pitahaya (*Hylocereus* spp.). **Scientia Horticulturae**, v. 199, p. 15-22, 2016. DOI: 10.1016/j.scienta.2015.12.021

ORTIZ, T.A.; TAKAHASHI, L.S.A. Physical and chemical characteristics of pitaya fruits at physiological maturity. **Genetics and molecular research**, v.14, p.14422-14439, 2015. DOI: 10.4238 / 2015.Novembro.18.5

OSORIO, S.; SCOSSA, F.; FERNIE, A. Molecular regulation of fruit ripening. **Frontiers in Plant Science**, v. 4, n.198. p.1-8, 2013. DOI: 10.3389/fpls.2013.00198

PAULL, R.E. Dragon Fruit: Postharvest Quality-Maintenance Guidelines. **Fruit, Nut, and Beverage Crops**, May 2014 F_N-28.

PPD. Plant Protection Department. Ministry of Agriculture and Rural Development. **A proposal to export dragon fruit (*Hylocereus undatus*) from Vietnam to Australia**, Vietnam (pdf 761 kb). 2010.

PUNITHA, V.; BOYCE, A.N.; CHANDRAN, S. Effect of storage temperatures on the physiological and biochemical properties of *Hylocereus polyrhizus*. **Acta Horticulturae**, n. 875, p. 137-144, 2010. DOI: 10.17660/ActaHortic.2010.875.16

RABELO, J.M.; CRUZ, M.C.M.; ALVES, D.A.; LIMA, J.E.; REIS, L.A.C.; SANTOS, N.C. Reproductive phenology of yellow pitaya in a high-altitude tropical region in Brazil. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 42, e43335, 2020a. DOI: 10.4025/actasciagron.v42i1.43335

RABELO, J.M.; CRUZ, M.C.M.; SENA, C.G.; PANTOJA, L.; SANTOS, A.S.; REIS, L. A.C.; GUIMARÃES, A.G. Potassium fertilization in the quality improvement and centesimal composition of pitaya. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v.32. n. 9. 2020b. DOI: 10.9755/ejfa.2020.v32.i9.2146

RANGEL JUNIOR, I.M; MAGALHÃES, D.S.; RODRIGUES, F.A.; PASQUAL, M.; PIO, L.A.S. Fruit quality and harvest point determination in white-fleshed dragon fruit. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, e11810716287, 2021 DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16287>

RUFINO, M.S.M.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURACALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, p. 996-1002, 2010. DOI: 10.1016/j.foodchem.2010.01.037

SARMENTO, J.D.A. **Qualidade, compostos bioativos e conservação da pitaia (*Hylocereus polyrhizus*) no semiárido brasileiro**. 2017. 145. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN.

SATO, S.T.A.; RIBEIRO, S.D.C.A.; SATO, M.K.; SOUZA, J.N.S. Caracterização física e físico-química de pitayas vermelhas (*Hylocereus costaricensis*) produzidas em três municípios paraenses. **Journal of Bioenergy and Food Science**, Macapá, v. 1, n. 2, p. 46-56, 2014. DOI: 10.1590/0100-2945-046/14

SILVA, A.C.C.; CAVALLARI, L.L.; SABIÃO, R.R.; MARTINS, A.B.G. Fenologia reprodutiva da pitaya vermelha em Jaboticabal, SP. **Ciência Rural**, v. 45, n. 4, p. 585-590, 2015. DOI: 10.1590/0103-8478cr20120403

SUTRISNO, S.M.; PURWANTO, E.G.M.; Study of dragon fruit (*Hylocereus costaricensis*) storage under modified atmosphere packaging. **Journal Keteknikan Pertanian**. v. 25, n.2, p.127-132, 2011.

TO, L.V.; NGU, N.; DUC, N.D. HUONG, H.T. Dragon fruit quality and storage life: effect of harvest time, use of plant growth regulators and modified atmosphere packaging. **Acta Horticulturae**, v. 575, p. 611-621. 2002. DOI:10.17660/ActaHortic.2002.575.72

TO, L.V.; NGU, N.; DUC, N.D.; TRINH, D.T.K.; THANH, N.C.; MIEN, D.V.H.; HAI, C.N.; LONG, T.N. Quality assurance system for Dragon Fruit. In: JOHNSON, G.I.; LE V.T.; DUC, N.D., WEBB, M.C.; Eds. **ACIAR Proceedings N°. 100. Quality Assurance in Agricultural Produce**, Australia: 2000; p 101–114.

TUCKER, G.A. Introduction. In: SEYMOUR G.B.; TAYLOR J.E.; TUCKER G.A. (eds) **Biochemistry of Fruit Ripening**. Springer, London: Chapman & Hall, 1993. p. 1-51, DOI: 10.1007/978-94-011-1584-1_1

VILAS BOAS, E.V.B. **Qualidade de alimentos vegetais**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002.

WANITCHANG, J.; TERDWONGWORAKUL, A.; WANITCHANG, P.; NOYPITAK, S. Maturity sorting index of dragon fruit: *Hylocereus polyrhizus*. **Journal of Food Engineering**, v. 100, n. 3, p. 409 - 416, 2010. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2010.04.025

WICHIENTHOT, S.; JATUPORNPIPAT, M.; RASTALL, R.A. Oligosaccharides of pitaya (dragon fruit) flesh and their prebiotic properties. **Food Chemistry**, v. 120, n. 3, p. 850-857, 2010. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.11.026

WOOLF, A.; HOA, T.T.; CHAU, N.M.; JACKMAN, R.; CLARK, C. **Hort Research & SOFRI - Dragon Fruit Assessment Manual**. 23p. 2006.

WU, L.; HSU, H.W.; CHEN, Y.C.; CHIU, C.C.; LIN, Y.I.; HO, J.A.A. Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. **Food Chemistry**, London, v. 95, n. 2, p. 319-327, 2006. DOI: 10.1016/j.foodchem.2005.01.002

ZHOU, Z.; GAO, H.; MING, J.; DING, Z.; LIN, X.; ZHAN, R. Combined Transcriptome and Metabolome analysis of Pitaya fruit unveiled the mechanisms underlying Peel and pulp color formation. **BMC Genomics**. v. 21, n.734. 2020. DOI: 10.1186/s12864-020-07133-5.

10 Processamento e aproveitamento tecnológico

Introdução

Lílian Pantoja, Tatiana Nunes Amaral, Myrlene Ottone

As pitaias são perecíveis e o processamento é uma das alternativas para oferecer produtos que atendam à demanda de consumidores. Além de contribuir para reduzir as perdas pós-colheita e de aproveitar as frutas que não se enquadram no padrão de classificação para o mercado de fruta de mesa, o processamento é útil para o desenvolvimento de novos produtos.

O tempo de conservação de pitaias após a colheita não é longo, isso porque, entre as perdas relacionadas à qualidade, a principal está relacionada à perda de aparência decorrente do enrugamento das escamas (MIZRAHI, 2014). Além disso, de acordo com este autor, por se tratar de uma espécie tropical, a temperatura mínima para armazenar pitaias é de 10°C, uma vez que elas são sensíveis a lesões por frio. Dessa forma, o processamento torna possível prolongar o período de consumo de pitaias, preservando a qualidade por meio da inibição de possíveis processos de deterioração. Além disso, o desenvolvimento de novos produtos viabiliza a agregação de valor e amplia o consumo.

As pitaias apresentam amplo potencial em relação ao aproveitamento tecnológico, pois a polpa apresenta cores que variam do branco ao vermelho-púrpura, com inúmeras sementes e a casca nas tonalidades de verde, vermelho, rosa e amarelo, dependendo da espécie e do estágio de maturação dos frutos. Elas podem ser processadas por congelamento, concentração, desidratação, fermentação, processamento térmico e conservação química (ORTIZ-HERNÁNDEZ & CARRILO-SALAZAR, 2012). Além disso, corantes e pectina podem ser extraídos da polpa e da casca natural (ESQUIVEL et al., 2007). Nesse contexto, o interesse por estudos voltados para as diferentes formas de aproveitamento da polpa e da casca das pitaias vem crescendo nas últimas décadas. Neste capítulo são apresentadas as informações relacionadas às características nutricionais e sensoriais que favorecem a sua exploração tecnológica e os principais produtos desenvolvidos.

10.1 Potencial tecnológico

Na família Cactaceae, vários gêneros são frequentemente consumidos, como frutas frescas, alimentos processados e plantas funcionais (AGOSTINI-COSTA, 2020). Conhecer as características físicas, químicas, físico-químicas, nutricionais e sensoriais da pitaias é essencial para o seu melhor aproveitamento, bem como para a manutenção da qualidade do produto final e a comercialização.

Considerando as características nutricionais e a gama de produtos existentes elaborados a partir da pitaias, é possível vislumbrar o seu potencial tecnológico, fato que estimula o seu consumo e o seu uso. Um dado a ser considerado para a busca de mais aplicações e formas de conservação é que até 50% das frutas produzidas nos países em desenvolvimento são perdidas na cadeia de abastecimento, entre a colheita e o

consumo (FAO, 2020), o que reduz a receita líquida dos produtores, além de diminuir a disponibilidade no mercado consumidor e o consumo.

10.1.1 Aspectos físicos

A qualidade dos produtos elaborados a partir de frutas é determinada também pela qualidade da matéria-prima utilizada. Atributos como cor, tamanho e formato das pitaias são características importantes, não apenas para a classificação e a comercialização, mas também para o seu processamento. Entretanto, dependendo da espécie, elas podem apresentar diferenças relacionadas à presença de espinhos na casca, à cor da polpa e da casca, ao tamanho e à massa (LIMA et al., 2013a, LIMA et al., 2013b, LIMA et al., 2014). Na Tabela 1 é possível observar a variação da massa e do diâmetro de pitaias produzidas por diferentes espécies.

Tabela 1. Massa (g) e diâmetro (cm) de pitaias produzidas por diferentes espécies dos gêneros *Selenicereus* e *Hylocereus*

Espécie de pitaias	Massa (g)	Diâmetro (cm)	Referência
<i>Selenicereus costaricensis</i>	250,0–600,0	10,0–15,0	Bellec et al. (2006)
	130,0–350,0	10,0–12,0	Bellec et al. (2006)
<i>Hylocereus polyrhizus</i>	385,0-420,2	8,2-8,7	Cordeiro et al. (2015)
	137,6-200,8	5,2-7,8	Rabelo et al. (2020a)
<i>Selenicereus purpusii</i>	150,0-400,0	10,0-15,0	Bellec et al. (2006)
	300,0–800,0	15,0–22,0	Bellec et al. (2006)
<i>Selenicereus undatus</i>	423,3-438,2	8,3-8,5	Santos et al. (2016)
	343,5-752,5	8,0-9,9	Lima et al. (2014)
	137,0-203,0	5,9-7,1	Rabelo et al. (2020a)
<i>Selenicereus megalanthus</i>	87,0-134,0	-	Dag & Mizrahi (2005)
<i>Selenicereus setaceus</i>	67,2-90,0	4,2-4,5	Lima et al. (2014)

Em relação à cor, as pitaias apresentam coloração da polpa que varia do branco para vários tons de vermelho e roxo (JALGAONKAR et al., 2020). As espécies que apresentam casca (exocarpo) e polpa (mesocarpo ou endocarpo) vermelhas ou roxas (Figura 1) são ricas em pigmentos que podem ser utilizados como corantes alimentares (NADERI et al., 2010).

A polpa representa entre 60% e 80% da sua massa total, o que pode variar de acordo com a espécie (VERONA-RUIZ et al., 2020) e o manejo do pomar. Entretanto, para o aproveitamento tecnológico, a casca e a polpa são utilizadas, pois a casca apresenta potencial como agente espessante e corante natural (HARIVAINDRAM et al., 2008).



Figura 1. Pitaias produzidas por espécies de *Hylocereus* spp., de casca e polpa com variação na coloração vermelha ou vermelho-púrpura

Fotos: Lílian Pantoja

Os pigmentos vermelhos ou roxos presentes na polpa e na casca das pitaias são denominados betalaínas. As betalaínas se dividem em betacianinas e betaxantinas, que são compostos N-heterocíclicos solúveis em água (WYBRANIEC & MIZRAHI, 2002; CAI et al., 2005; WYBRANIEC et al., 2007). As betacianinas são abundantes em pitaias que apresentam a coloração vermelho-púrpura, pois são o principal componente do pigmento responsável pela cor (LIAO et al., 2020). Os diferentes tipos de betalaínas (betacianinas e betaxantinas) encontradas nas pitaias tornam essa fruta uma importante fonte destes constituintes e uma alternativa para a obtenção de corante natural.

As betacianinas e as betaxantinas, além da coloração dos frutos, apresentam efeitos benéficos à saúde, pois, entre as suas propriedades funcionais, elas são identificadas como antioxidantes naturais e há indícios de que sejam capazes de estimular o sistema imunológico, prevenir doenças, distúrbios neurodegenerativos e câncer (CHOO et al., 2018a; HUSSAIN et al., 2018), inclusive distúrbios neurológicos, como a doença de Alzheimer (GANDÍA-HERRERO et al., 2016).

10.1.2 Aspectos físico-químicos, químicos e nutricionais

Informações relacionadas às mudanças físico-químicas que ocorrem nas pitaias são importantes para a tomada de decisão no momento da colheita, mas também influenciam o processamento, pois, para que um produto tenha boa qualidade, é necessário que ele mantenha as suas características nutritivas. Com relação a esse aspecto, cabe mencionar que o conhecimento da composição centesimal, físico-química e química é fundamental, pois é indicativo de qualidade das pitaias e direciona a melhor forma de aproveitamento. Além desses componentes, as características nutricionais e o valor de calorias (Kcal) também são importantes e essenciais porque possibilitam a avaliação do seu papel na

alimentação e sua qualidade para a saúde. Nas Tabelas 2 e 3 encontram-se alguns valores referentes à composição centesimal e à energia de pitaias produzidas por diferentes espécies. Semelhante a outras frutas, a maior parte da composição das pitaias é de água, tendo sido observado que o teor de umidade na polpa varia entre 82,6% e 89% e, na casca, de 85,5% a 89,5% (Tabela 2).

O teor de umidade é importante para o processamento, pois, além de solubilizar compostos, como vitaminas, minerais, açúcares e ácidos, influencia a conservação, pois favorece o desenvolvimento de microrganismos. Esta característica é importante para a estabilidade e a qualidade do produto, devendo ser considerada para a embalagem, o processamento e o armazenamento.

Tabela 2. Composição centesimal de pitaias produzidas por diferentes espécies dos gêneros *Selenicereus* e *Hylocereus*

Variáveis	Espécie	Fruto (100g)		Referência
		Casca	Polpa	
Umidade (g)	<i>S. costaricensis</i>	-	86,62-87,03	Sato et al. (2014)
	<i>S. undatus</i>	86,8±0,31	86,08±0,15	Abreu et al. (2012)
		-	82,6-86,5	Rabelo et al. (2020a)
	<i>H. polyrhizus</i>	89,46±0,2	85,52±0,61	Abreu et al. (2012)
			87,14	Cordeiro et al. (2015)
			88,40	Nur 'Aliaa et al. (2011)
			83,4-87,2	Rabelo et al. (2020a)
<i>S. megalanthus</i>		79,23 ±0,51	Abreu et al. (2019)	
<i>S. setaceus</i>	85,25±2,79	79,31±2,08	Rodrigues (2010)	
Proteína (g)	<i>S. costaricensis</i>		0,88-1,2	Sato et al. (2014)
	<i>S. undatus</i>		1,05-1,21	Rabelo et al. (2020)
	<i>H. polyrhizus</i>		0,23	Nur 'Aliaa et al. (2011)
			0,71-0,86	Rabelo et al. (2020a)
	<i>S. megalanthus</i>		1,27± 0,13	Abreu et al. (2019)
<i>S. setaceus</i>	0,57±0,1	1,59 ±0,11	Rodrigues (2010)	
Lipídeos (g)	<i>S. costaricensis</i>		0,18-0,21	Sato et al. (2014)
	<i>S. undatus</i>		0,30	Santos et al. (2016)
			1,13-1,32	Rabelo et al. (2020a)
	<i>H. polyrhizus</i>		0,10	Nur 'Aliaa et al. (2011)
			1,11-1,54	Rabelo et al. (2020a)
	<i>S. megalanthus</i>		0,41 ± 0,02	Abreu et al. (2019)
<i>S. setaceus</i>	0,32±0,06	1,74±0,26	Rodrigues (2010)	

...continuação

Variáveis	Espécie	Fruto (100g)		Referência
		Casca	Polpa	
Carboidratos (g)	<i>S. costaricensis</i>		10,93-11,77	Sato et al. (2014)
	<i>S. undatus</i>		10,1-14,5	Rabelo et al. (2020a)
	<i>H. polyrhizus</i>		10,77	Nur 'Aliaa et al. (2011)
			8,1-14,5	Rabelo et al. (2020a)
	<i>S. megalanthus</i>		13,82± 0,18	Abreu et al. (2019)
<i>S. setaceus</i>	10,84±0,94	15,63±0,88	Rodrigues (2010)	
Cinzas (g)	<i>S. costaricensis</i>		0,54-0,69	Sato et al. (2014)
	<i>S. undatus</i>		1,70-0,70	Santos et al. (2016)
			0,35-0,68	Rabelo et al. (2020a)
	<i>H. polyrhizus</i>		0,50	Nur 'Aliaa et al. (2011)
			0,33-0,60	Rabelo et al. (2020a)
<i>S. megalanthus</i>		0,77 ± 0,013	Abreu et al. (2019)	
<i>S. setaceus</i>	0,98 ± 0,09	0,82 ± 0,08	Rodrigues (2010)	

Tabela 3. Valores de energia (Kcal) de pitaias produzidas por diferentes espécies dos gêneros *Selenicereus* e *Hylocereus*

Variável	Espécie	Fruto (100g)		Referência
		Casca	Polpa	
Energia (Kcal)	<i>S. costaricensis</i>	-	52,21-50,14	Sato et al. (2014)
	<i>H. polyrhizus</i>	-	45,00	Nur 'Aliaa et al. (2011)
		11,58	44,87	Abreu et al. (2012)
		5,65	36,41	Utpott et al. (2018a)
			53,4-73,2	Rabelo et al. (2020a)
	<i>S. undatus</i>	23,08	48,01	Abreu et al. (2012)
		5,67	41,50	Utpott et al. (2018a)
		-	60,1-70,3	Rabelo et al. (2020a)
	<i>S. megalanthus</i>		64,05	Abreu et al. (2019)
<i>S. setaceus</i>		48,52±0,89	Rodrigues (2010)	

Informações relacionadas aos teores de sólidos solúveis e de acidez titulável possibilitam calcular a relação sólidos solúveis/acidez titulável (*Ratio*), que é uma das formas de avaliar o sabor das frutas, pois são mais representativas que a medição isolada de açúcares e de acidez (SEYMOUR et al., 1993). A avaliação desses constituintes na polpa das pitaias evidencia o seu sabor suave (Tabela 4). No entanto, as pitaias podem apresentar características diversificadas, em função das características genéticas das espécies cultivadas, do manejo do pomar e do estágio de maturação. Os açúcares e a acidez são importantes características de qualidade das pitaias, especialmente os açúcares redutores (glicose e frutose) que, além de contribuírem para a caracterização de sabor, são importantes para o processamento. Nas pitaias os açúcares predominantes são glicose e frutose (VERONA-RUIZ et al., 2020); a sacarose é encontrada em concentrações menores na polpa, compreendendo cerca de 2% dos açúcares (CORDEIRO et al., 2015).

Tabela 4. Composição físico-química de pitaias produzidas por diferentes espécies dos gêneros *Selenicereus* e *Hylocereus*

Variáveis	Espécie	Fruto (100g)		Referência
		Casca	Polpa	
pH	<i>S. costaricensis</i>		4,80	Lima et al. (2013a)
	<i>H. polyrhizus</i>	4,76 ± 0,03	4,88 ± 0,12	Abreu et al. (2012)
			5,32	Cordeiro et al. (2015)
		5,12		Rebouças (2019)
	<i>S. megalanthus</i>		4,85	Lima et al. (2013a)
	<i>S. setaceus</i>		5,19	Lima et al. (2013a)
	<i>S. undatus</i>	4,67 ± 0,03	5,32 ± 0,02	Abreu et al. (2012)
			4,87	Lima et al. (2013a)
			4,61-5,13	Santos et al. (2016)
	Acidez titulável (%)	<i>S. costaricensis</i>		0,13
<i>H. polyrhizus</i>		0,39 ± 0,03	0,24 ± 0,04	Abreu et al. (2012)
			0,03	Cordeiro et al. (2015)
			0,17-0,24	Rabelo et al. (2020a)
<i>S. undatus</i>		0,52 ± 0,02	0,20 ± 0,05	Abreu et al. (2012)
			0,11	Lima et al. (2013a)
			3,06-1,47	Santos et al. (2016)
			0,23-0,51	Rabelo et al. (2020a)
<i>S. megalanthus</i>			0,15	Lima et al. (2013a)
<i>S. setaceus</i>		0,11	Lima et al. (2013a)	

Continua...

...continuação

Variáveis	Espécie	Fruto (100g)		Referência
		Casca	Polpa	
Sólidos solúveis (Brix)	<i>S. costaricensis</i>		13,90	Lima et al. (2013a)
	<i>H. polyrhizus</i>	2,16 ± 0,41	11,00 ± 0,01	Abreu et al. (2012)
			13,14	Cordeiro et al. (2015)
		0,33		Rebouças (2019)
			19,3-22,1	Rabelo et al. (2020a)
	<i>S. undatus</i>	3,66 ± 0,51	10,83 ± 0,40	Abreu et al. (2012)
			12,50	Lima et al. (2013a)
			14,07-12,73	Santos et al. (2016)
			16,6-17,7	Rabelo et al. (2020a)
	<i>S. megalanthus</i>		16,30	Lima et al. (2013a)
<i>S. setaceus</i>		14,20	Lima et al. (2013a)	
Açúcares redutores (%)	<i>H. polyrhizus</i>		7,56 ± 0,78	Sarmento (2017)
			4,87-5,56	Cordeiro et al. (2015)
	<i>S. undatus</i>		5,55 - 7,0	Duarte et al. (2017)
			2,67-2,10	Santos et al. (2016)

A pitaiia também é fonte de vitaminas, como betacaroteno (provitamina A) vitaminas C, B1, B2, B3, E e minerais (WICHENCHOT et al., 2010). Em relação à composição mineral, o potássio é o principal nutriente na polpa das pitaiias (CORDEIRO et al., 2015; RABELO et al., 2020b). De acordo com estes últimos autores, as pitaiias também apresentam cálcio, magnésio, fósforo, ferro e zinco (Tabela 5), destacando-se como fonte importante de minerais para a dieta humana.

Tabela 5. Composição de vitamina C, betacianinas e minerais⁽¹⁾ de pitaias produzidas por espécies de *Selenicereus* e *Hylocereus*

Variáveis	Espécie	Fruto (100g)		Referência
		Casca	Polpa	
Vitamina C (mg)	<i>S. undatus</i>		28,19-32,38	Duarte et al. (2017)
		24,05±2,32	17,73±0,8	Abreu et al. (2012)
	<i>H. polyrhizus</i>	22,51±2,56	20,69±2,02	Nur 'Aliaa et al. (2011)
			6,06	Sarmento (2017)
			21,42±3,26	Jaafar et al. (2009)
		8,0-9,0		
Betacianinas (mg)	<i>H. polyrhizus</i>	10,3 ± 0,22	13,8 ± 0,85	Wu et al. (2006)
		28,05 + 0,84	28,05 + 0,84	Rebouças (2019)
			69,10- 82,27	Sarmento (2017)
Potássio (mg)	<i>H. polyrhizus</i>		163,8	Cordeiro et al. (2015)
			205,4	Sarmento (2017)
			101,4-188,5	Rabelo et al (2020b)
	<i>S. undatus</i>		144,3-210,6	
Magnésio (mg)	<i>H. polyrhizus</i>		46,8	Cordeiro et al. (2015)
			25,35	Sarmento (2017)
			3,64-6,24	Rabelo et al. (2020b)
	<i>S. undatus</i>		3,12-9,75	
Zinco (mg)	<i>H. polyrhizus</i>		1,51	Cordeiro et al. (2015)
			0,68	Sarmento (2017)
			1,68-2,54	Rabelo et al. (2020b)
	<i>S. undatus</i>		1,3-1,79	
Cálcio (mg)	<i>H. polyrhizus</i>		104	Cordeiro et al. (2015)
			17,29	Sarmento (2017)
			7,54-12,48	Rabelo et al. (2020b)
	<i>S. undatus</i>		8,49-13,39	
Ferro (mg)	<i>H. polyrhizus</i>		4,39	Cordeiro et al. (2015)
			2,25	Sarmento (2017)
			4,77-6,14	Rabelo et al. (2020b)
	<i>S. undatus</i>		5,34-5,43	
Fósforo (mg)	<i>H. polyrhizus</i>		29,9	Cordeiro et al. (2015)
			16,38	Sarmento (2017)
			9,88-15,6	Rabelo et al. (2020b)
	<i>S. undatus</i>		10,1-20,8	

⁽¹⁾ Calculados considerando o teor de umidade na polpa de 87%

No que se refere ao aspecto nutricional, a pitaiá, comparada com outras frutas, principalmente as tropicais, não se diferencia. Entretanto, se destaca no sabor e na textura de sua polpa, que contém inúmeras sementes, lembrando o kiwi. As sementes das pitaiás (*S. undatus* e *H. polyrhizus*) apresentam considerável teor de óleo, com rendimentos na ordem de 18,33% a 28,37%, o qual apresenta, em sua constituição, o ácido linoleico. Os principais ácidos graxos no óleo de sementes de pitaiá são o palmítico (C16:0), o esteárico (C18:0), o oleico (C18:1) e o linolênico (C18:2), sendo o de maior teor o ácido linoleico, que chega a 65,4% nas sementes da *S. megalanthus*, a 53,8% na *S. undatus* e a 48,7% na *H. polyrhizus* (ARIFFIN et al., 2009; LIM et al., 2010). Devido ao seu alto teor de ácidos graxos insaturados, como o ácido linoleico, e à presença de vitamina E, o óleo de semente de pitaiá é uma fonte interessante para a indústria alimentícia e cosmética (VILLALOBOS-GUTIÉRREZ et al., 2012).

Na polpa das pitaiás também são encontradas substâncias pécicas com valores de 38% a 47% do peso seco (JIANG et al., 2020b) e, na casca, de 6% a 26% (MUÑOZ-ALMAGRO et al., 2020). De acordo com estes últimos autores, as pectinas são polissacarídeos complexos da parede celular primária da planta e constituem um ingrediente funcional de alto valor na indústria de alimentos (RAHMATI et al., 2019). Em termos nutricionais, foi demonstrado que a pectina reduz os níveis de colesterol no sangue e as frações de colesterol de lipoproteína de baixa densidade, o que é benéfico para a saúde humana (LIU et al., 2006).

10.1.3 Aspectos sensoriais

O conceito de qualidade de frutas envolve vários atributos, como aparência, tamanho, frescor, cor, defeitos, deterioração, textura, firmeza, resistência e integridade do tecido, bem como sabor, valor nutricional e segurança (CENCI, 2006). Sendo assim, é importante relatar os atributos sensoriais relacionados à aceitação de pitaiá (Tabela 6).

A cor e o frescor são características importantes e influenciam diretamente a qualidade organoléptica e a escolha do consumidor (LIAO et al., 2020). Além destas características, a aparência externa e a firmeza exercem influência na escolha e na aceitação pelo consumidor e devem ser avaliadas, principalmente em frutos destinados ao consumo ao natural (MAGALHÃES et al., 2019). Em relação à percepção de sabor, as pitaiás recebem avaliações variáveis por parte do consumidor (YAH et al., 2008). Isso ocorre devido às diferenças entre espécies e à relação de sabor da polpa, como a acidez (% de ácido málico) e o teor de sólidos solúveis, os quais podem variar de acordo com o estágio de maturação no momento da colheita, o tempo e as condições de armazenamento, além do manejo do pomar.

Aspectos sensoriais, como a aparência, o aroma, o sabor e a textura (Tabela 6), são influenciados diretamente pelas características físicas, químicas, físico-químicas e são diretamente relacionados à qualidade. Dessa forma, os atributos sensoriais devem ser considerados em conjunto, pois são pouco representativos da qualidade, se considerados isoladamente.

Tabela 6. Atributos de qualidade observados na aceitação de pitaita

Atributos	Componentes
Aparência do fruto inteiro	Tamanho: 10 a 20cm de diâmetro Massa (fruto inteiro): média entre 150-600 gramas Forma: globoso ou subgloboso. Cor: amarela, rosa ou avermelhada.
Aparência da polpa	Cremosa e coloração vermelha ou branca
Aparência da semente	Globosa, de cor preta
Aparência da casca	Fina, firme, coberta com escamas e cor variando, de acordo com a espécie, em vermelho, verde, amarela ou rosa.
Textura	Casca: macia Polpa: cremosa Semente: macia a firme
Sabor e aroma ("flavor")	Agridoce, doce suave e doce Aroma adocicado
Valor nutritivo	Antioxidantes (fenólicos, polifenóis, licopeno e outros), ácidos orgânicos (ácidos graxos essenciais), fitoalbumina, aminoácidos e pigmentos (flavonoides e betalaínas), pectina, minerais e vitaminas.
Segurança	Ausência de substância tóxica.
Microbiológica	Ausência de patógenos de origem fúngica, bacteriana e viral.

Fonte: Valencia-Botín et al. (2013); Bellec et al. (2006); Ramli et al. (2014); Verona-Ruiz et al. (2020).

10.2 Processamento

A oferta de pitaita é sazonal e, além disso, a fruta apresenta alta perecibilidade. Assim, a oferta de produtos a partir do processamento agrega valor e reduz as perdas na pós-colheita. As pitaitas podem ser processadas na forma de diferentes produtos. No entanto, o processamento em suco ou outros produtos representa um desafio para o processamento industrial, devido ao seu alto teor de pectina (JIANG et al., 2020b).

O processamento é uma forma de disponibilizar alimentos por um período mais longo. Além de evitar a sua escassez em decorrência da sazonalidade, é um modo de preservar ou prolongar o tempo para o consumo (CORREIA et al., 2008; PANTOJA et al., 2018). Um dos fatores importantes no processamento visando à obtenção de produtos de

qualidade é o estágio de maturação das frutas. De acordo com Chitarra & Chitarra (2005) e Ortiz & Takahashi (2015), frutas colhidas prematuramente são suscetíveis a distúrbios fisiológicos causados pela desorganização celular e pela ruptura das paredes celulares, e frutas colhidas maduras demais tendem a mostrar senescência, causando perdas qualitativas.

As pitaias são colhidas após alcançarem a sua maturação completa, quando apresentam mudança de coloração da casca (MAGALHÃES et al., 2019). Neste estágio, elas apresentam características físicas e físico-químicas adequadas para o consumo e para o processamento.

Entre as alternativas para a oferta da pitaias no mercado, considerando a instabilidade das betacianinas durante o armazenamento e o processamento, estão a forma minimamente processada (Figura 2) e os sucos naturais, mantendo, assim, a cor vermelho-púrpura original e garantindo a qualidade em termos nutricionais e de bioatividade (LIAO et al., 2020).

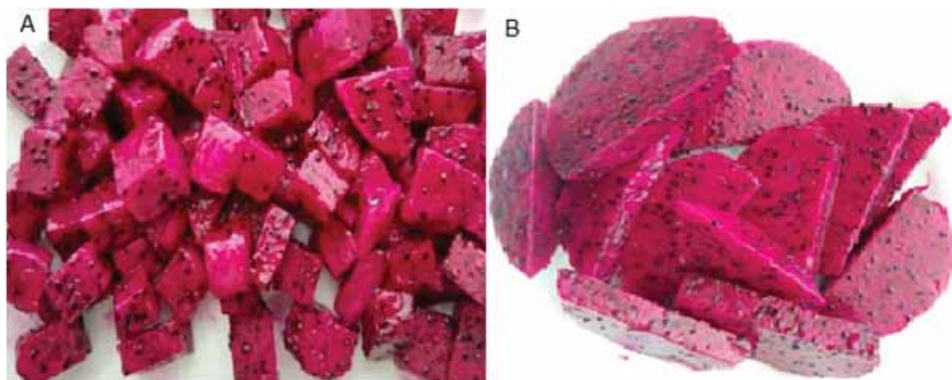


Figura 2. Pitaia de polpa vermelha (*Hylocereus polyrhizus*) minimamente processada: A - cortada em pedaços pequenos; B - Cortada em fatias

Fotos: Lílian Pantoja

Quanto à destinação para a indústria, o fato de a pitaias ser perecível requer atenção em todas as etapas, iniciando pelo cultivo, mas também durante a colheita, o manuseio, o armazenamento, o processamento e o transporte, até a distribuição no mercado (JALGAONKAR et al., 2020). No fluxograma da Figura 3, encontram-se as etapas de processamento para a obtenção de polpa, casca e sementes de pitaias.

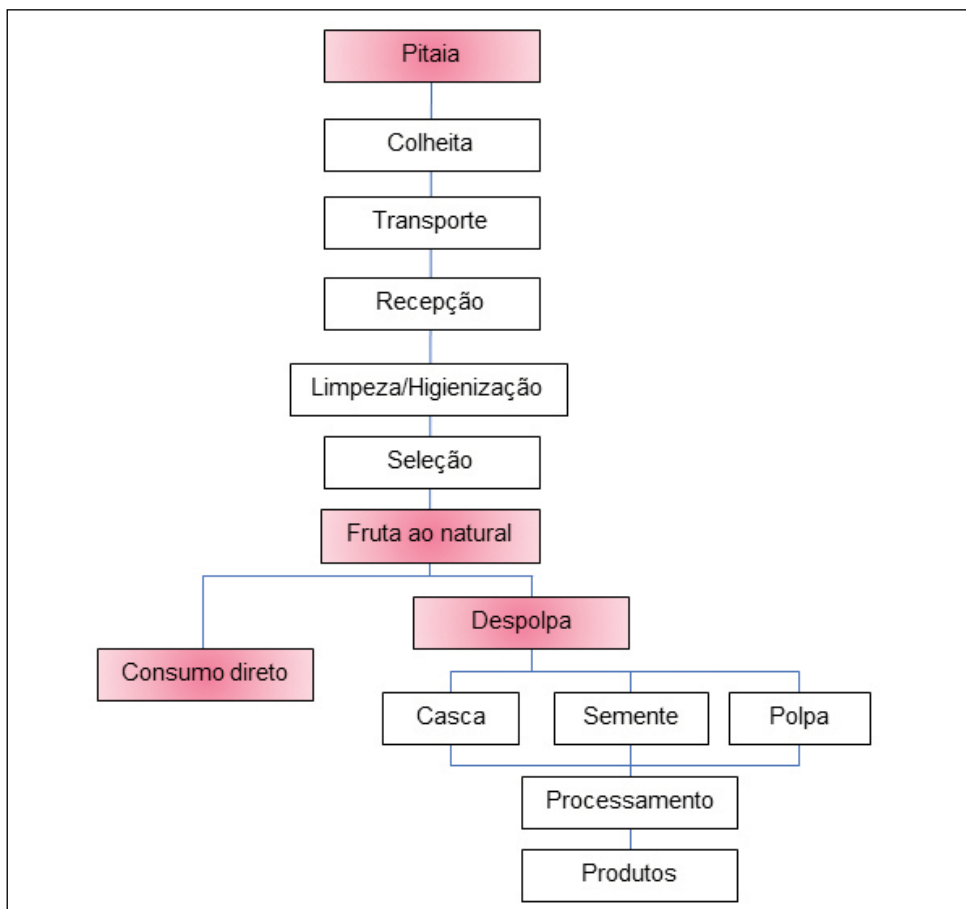


Figura 3. Fluxograma das etapas para o processamento e a obtenção de polpa, casca e sementes de pitaia

10.2.1 Colheita, transporte e recepção

A colheita da pitaia deve ser realizada no estágio adequado de maturação, visando à seleção de frutas com teores satisfatórios de sólidos solúveis e acidez. Para isso, recomenda-se que ela seja realizada a partir da observação de alguns indicadores, que são métodos aplicados para a determinação do estágio de maturação no momento da colheita (ver capítulo 9). Entretanto, para a maioria das espécies, a mudança na coloração da casca tem auxiliado a tomada de decisão, pois indica que as frutas já alcançaram teores satisfatórios de açúcares e ácidos (MAGALHÃES et al., 2019). Para manter a qualidade da matéria-prima, a colheita deve ser realizada, preferencialmente, em horários mais frescos do dia, devido à alta taxa respiratória da fruta que, sob temperaturas mais elevadas, torna-se suscetível a alterações na qualidade. Deve-se evitar a colheita imediatamente

após períodos de chuva, pois a disponibilidade hídrica favorece a diluição de compostos orgânicos (açúcares e ácidos) e pode favorecer a deterioração (FERREIRA, 2008).

O transporte das pitaias não deve ser a granel, a fim de preservar a qualidade. Sugere-se utilizar caixas, preferencialmente plásticas e devidamente limpas, que devem ser acondicionadas de forma adequada para evitar choques e abrasões. O transporte deve acontecer em horários menos quentes do dia ou, ainda, em veículos dotados de sistema de refrigeração (ADAWR, 2017).

A recepção deve ser feita cuidadosamente em área coberta, arejada e limpa para preservar a qualidade das frutas. O ideal é que a recepção seja próxima ao local de lavagem. O manuseio deve ser com o máximo de cuidado para evitar injúrias, bem como evitar contaminação microbiana.

10.2.2 Seleção e limpeza

Ao chegar na área de recepção, as pitaias devem ser selecionadas de modo que formem lotes uniformes quanto ao estágio de maturação, à sanidade e ao tamanho, para facilitar o descarte daquelas que apresentam danos mecânicos, podridões e ou defeitos que podem afetar a qualidade do produto final.

A classificação de pitaias para comercialização considera o tamanho, o peso e a presença de defeitos (FAO-WHO, 2003). De acordo com estas normas, as frutas com tamanho igual ou superior a 150g são classificadas em diferentes categorias, nas classes Extra, I e II, considerando o percentual de defeitos leves aceitáveis em cada classe (Ver capítulo 9) e as menores que 150g são consideradas sem padrão comercial. Para o processamento, a matéria-prima é selecionada a fim de evitar contaminações, ou seja, descartando-se aquelas pitaias que apresentam lesões graves, que são danos que atingem a polpa ou comprometem a qualidade da casca, sendo separadas de acordo com as características de forma, tamanho e peso para facilitar o manuseio.

De maneira geral, antes do seu beneficiamento, as frutas devem ser devidamente limpas e higienizadas. A lavagem deve ser realizada com água corrente e, se necessário, para a retirada de sujidades e terra, com o auxílio de uma bucha macia. A combinação de água com ação mecânica promove a redução dos microrganismos e de pequenos insetos que podem permanecer após a colheita. Dessa forma, é imprescindível que a água utilizada para a lavagem apresente qualidade microbiológica adequada para evitar contaminações.

10.2.3 Armazenamento e beneficiamento

Manter as características de qualidade das pitaias após a colheita é fundamental para o processamento. No entanto, a conservação da pitaias ao natural é limitada, pois a exposição à temperatura ambiente durante o transporte e o armazenamento pode levar a uma aparência senescente indesejável, como encolhimento rápido e perda da coloração das escamas (CHAEMSANIT et al., 2018). De acordo com estes autores, além da aparência, a redução do tempo de conservação pode ocorrer pelo crescimento de fungos durante o armazenamento. O acometimento da superfície da pitaias por fungos é um problema, por

deixá-la inadequada para o consumo (ORTIZ-HERNÁNDEZ, 2000), pois pode apresentar micotoxinas (VILAPLANA et al., 2017).

A vida útil pós-colheita das pitaias é de aproximadamente cinco a doze dias, em condições ambientes (ver capítulo 9), porque elas sofrem alteração nas suas características físico-químicas, conforme o período e as condições de armazenamento, da espécie, do estágio de maturação no momento da colheita e das condições do local de cultivo. Entre as alterações está a perda de sabor após a colheita, devido à queda acentuada da acidez, pela redução da concentração de ácido málico (NERD et al., 1999). A alternativa para prolongar o período de conservação é utilizar refrigeração, sendo possível realizar o armazenamento a 10°C, visando manter as características de qualidade por um período de 20 a 30 dias, em média, dependendo da espécie, das condições edafoclimáticas do local de cultivo e do estágio de maturação no momento da colheita (MIZRAHI, 2014; SARMENTO, 2017).

O beneficiamento se inicia após a seleção e a lavagem. A despolpa pode ser realizada manualmente, a partir de um corte central (transversal) para a remoção da polpa (Figura 4). A casca é considerada um resíduo do consumo da pitaiá, na forma natural e a partir do processamento, sendo geralmente descartada. No entanto, ela pode ser utilizada como matéria-prima para a extração de compostos de interesse, como os pigmentos (WU et al., 2006; GARCÍA-CRUZ et al., 2017; LIRA et al., 2019) e outros.



Figura 4. Beneficiamento da pitaiá de polpa vermelha (*H. polyrhizus*): A - pitaiá cortada ao meio; (Foto: Tárik Maurício); B – retirada da casca e obtenção da polpa; (Foto: Lílian Pantoja); C - polpa cortada em pedaços

Foto: Tárik Maurício

Após o beneficiamento, a polpa pode ser acondicionada em saco de polietileno e armazenada, sob congelamento a -18°C, podendo ser submetida ou não à pasteurização.

10.3 Produtos obtidos

10.3.1 Produtos obtidos a partir da polpa e suco

10.3.1.1 Suco de pitaiá

Suco, por definição e de acordo com o Art. 18 do Decreto n.6.871 de 4 de junho de 2009, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) (BRASIL, 2018a, BRASIL, 2018b), é a bebida não fermentada, não concentrada, ressalvados alguns casos específicos, e não diluída, destinada ao consumo, obtida da fruta madura e sã, ou de parte do vegetal de origem, por processamento tecnológico adequado, submetida a tratamento que assegure a sua apresentação e conservação até o momento do consumo. Nestas normas, não há uma definição específica para suco de pitaiá, mas as definições descritas nas características gerais para suco de frutas servem de parâmetro. Entretanto, deve-se ter atenção na etapa de tratamento térmico para a conservação do suco, pois temperatura de 85°C, por 3 horas, degrada as betacianinas (CHOO et al., 2018a).

O suco de pitaiá pode ser obtido a partir do processamento da polpa ao natural ou congelada. A despolpa é realizada manualmente e o suco pode ser extraído por maceração, seguida de peneiramento ou, ainda, utilizando-se a despolpadeira. A partir do processo de obtenção do suco, duas frações são obtidas: o suco e o purê com sementes (SEW et al., 2012). O purê pode ser definido como polpa espessa, contendo as sementes, antes de qualquer processo de filtração. Na Figura 5 é apresentado um fluxograma geral de processamento para a obtenção de suco de pitaiá.

Na literatura científica se encontram alguns estudos que abordam procedimentos para manter e melhorar a qualidade do suco de pitaiá. Dentre eles, podem-se citar pasteurização, centrifugação, filtração, termosonicação, clarificação enzimática, clarificação por filtração e controle microbiológico (pressão hidrostática, ultravioleta, ozônio e outros). Os fluxogramas apresentados nas Figuras 5 e 6 mostram o panorama, com algumas etapas estabelecidas a partir de diferentes estudos científicos que devem ser realizadas para o processamento e a manutenção da qualidade do suco de pitaiá.

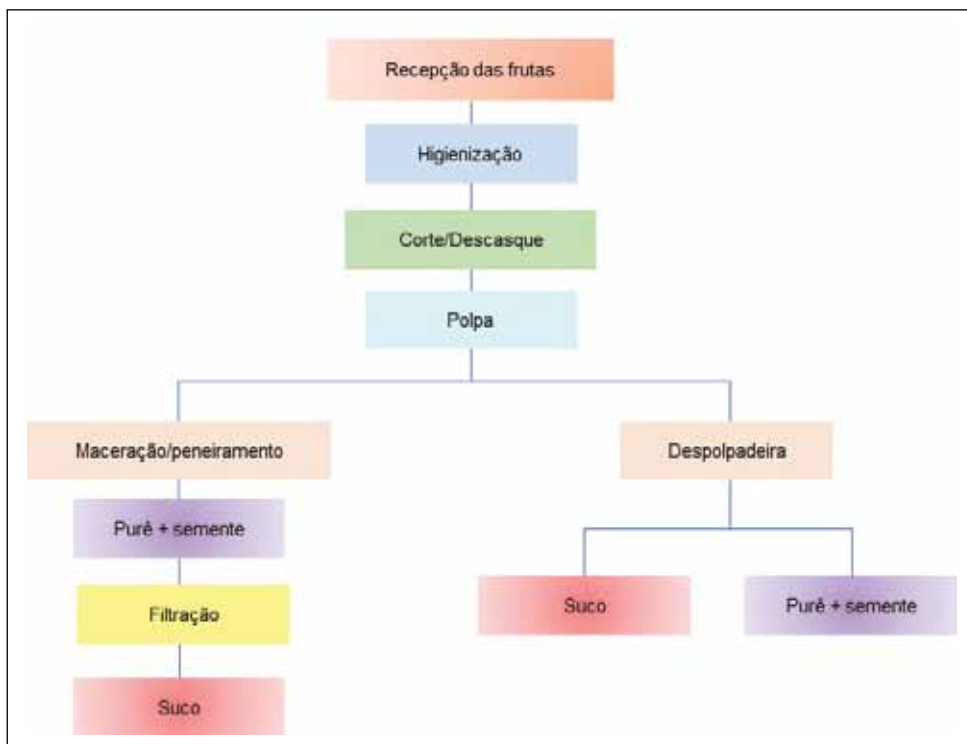


Figura 5. Fluxograma para a obtenção do suco de pitaiá

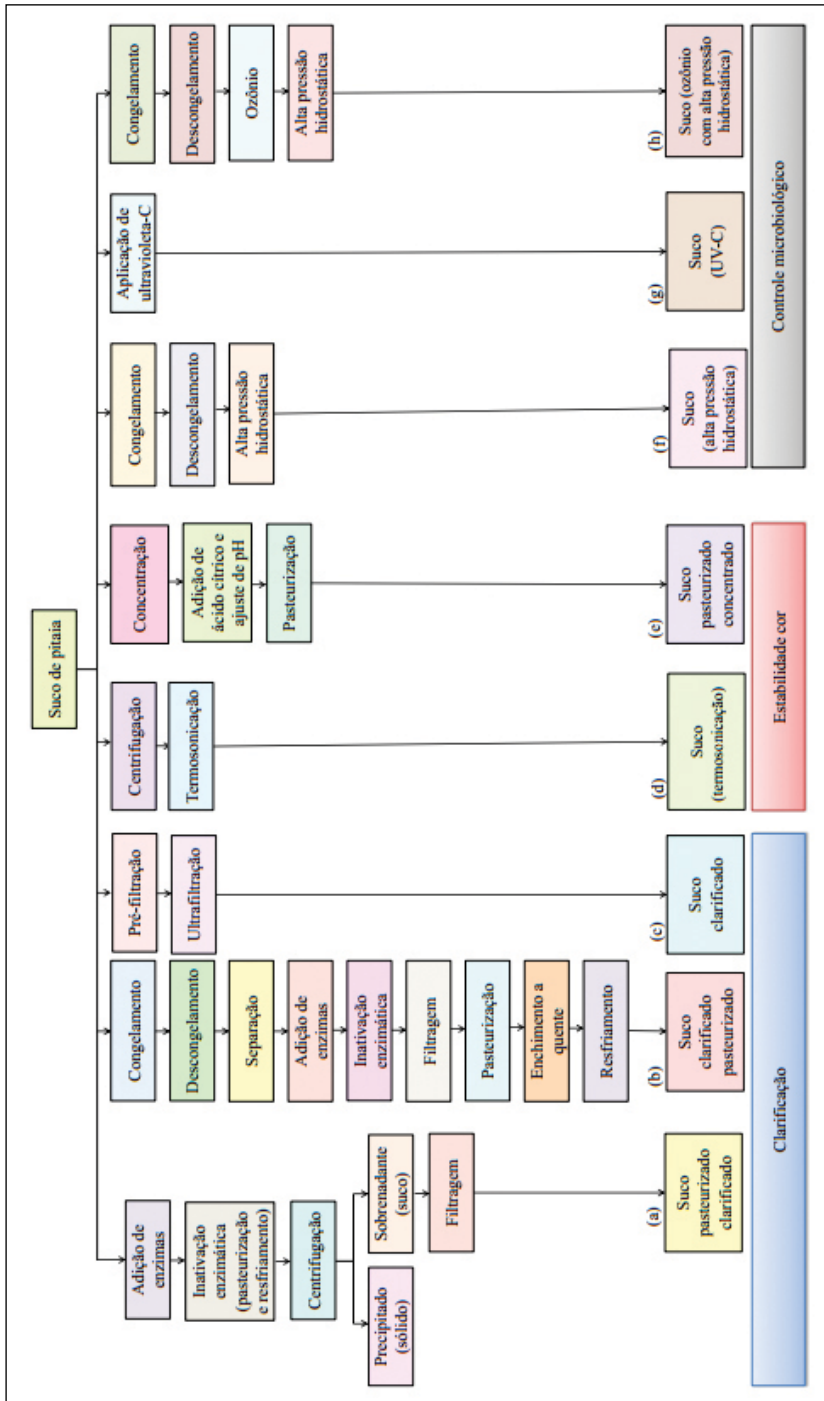


Figura 6. Fluxograma dos procedimentos descritos em estudos científicos que visam manter e/ou melhorar a qualidade do suco de pitáia. a) Nur 'Aliaa et al. (2010 e 2011) b) Herbach et al. (2006 e 2007) c) Mai (2017) d) Liao et al. (2020) e) Siow et al. (2017) f) Quiroz-González et al. (2020) g) Ochoa-Velasco & Beltrán, (2013) h) García-Mateos et al. (2019)

10.3.1.2 Geleias

O processamento de geleia é uma das primeiras e mais favorecidas manufaturas para conservar alimentos, permitindo que as frutas fiquem disponíveis por meio desses produtos na entressafra (NIZORI, 2020). As geleias são produzidas por meio de frutas, polpa ou suco de frutas, com adição ou não de ácidos, açúcares e pectinas, objetivando alcançar um produto de consistência gelatinosa, característico das geleias comercializadas (SANTOS et al., 2020).

A geleia de pitáia pode ser elaborada a partir da polpa peneirada ou não, ou, ainda, do suco. A mistura contém polpa ou suco, aos quais se adicionam açúcar (sacarose, glicose e/ou xilitol), ácido cítrico e pectina. A mistura deve ser submetida à cocção até atingir cerca de 65 a 67°Brix. O pH da polpa, se necessário, deve ser ajustado para valores próximos a 3,4. A pectina deve ser adicionada quando a mistura se aproximar de 55°Brix (GLANGKARN, 2015) e a cocção deve ser interrompida ao atingir cerca de 65°Brix. A geleia deve ser resfriada até uma temperatura de, aproximadamente, 60°C, envasada ainda quente, em frascos de vidros e armazenada sob temperatura ambiente (25±1°C). Na Figura 7 é apresentado um fluxograma com as etapas para a elaboração de geleia de pitáia.

A geleia de boa qualidade deve se conservar bem, sem sofrer alterações; quando retirada do vidro, deve tremer sem escorrer, sendo macia, porém firme, ao cortar, e permanecer com os ângulos definidos (TORREZAN, 1998). De acordo com este autor, a geleia não deve ser açucarada, pegajosa ou viscosa, devendo conservar o sabor e o aroma da fruta original.

Na literatura há poucos relatos de formulações testadas para o processamento de geleia de pitáia (ISLAM et al., 2012; GLANGKARN, 2015; NIZORI, 2020; LIU & DENG, 2014; MAURICIO et al., 2017). No entanto, as conhecidas até o momento têm apresentado boa aceitação, com destaque para aquelas produzidas a partir de pitáia de polpa vermelha, em comparação com a geleia de polpa branca (SARMENTE & FERRARI, 2016). De acordo com estes autores, na análise de qualidade sensorial, a maior aceitação é atribuída ao aspecto visual da cor.

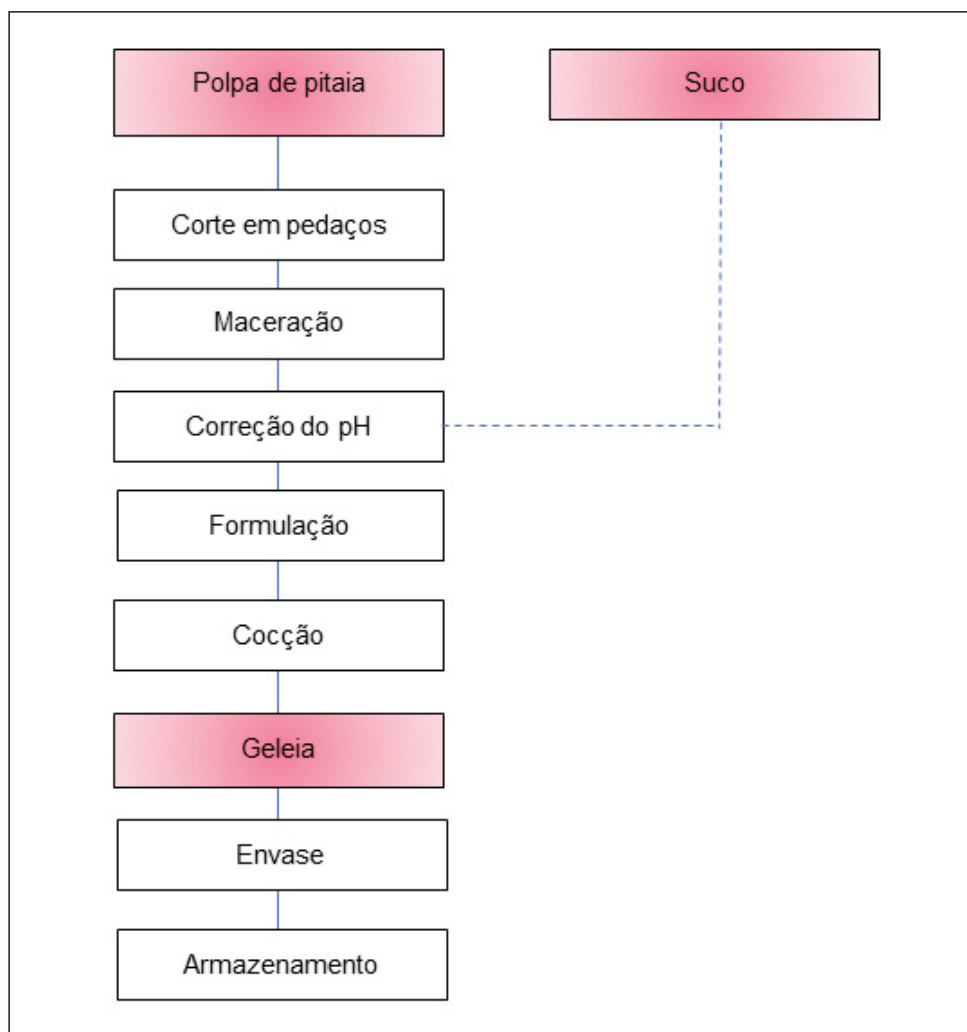


Figura 7. Fluxograma das etapas de processamento da geleia de pitaiá

Na Figura 8 são apresentadas as geleias de pitaiá experimentalmente obtidas em pesquisa ainda não publicada, realizada pelo grupo de estudos de Lílian Pantoja, uma das autoras deste capítulo. A geleia foi elaborada por diferentes formas de processamento, dentre as quais se apresenta a seguinte:

I - Obtenção da polpa: as pitaias foram selecionadas quanto à sanidade e ao estágio de maturação e lavadas. Em seguida, procedeu-se à despolpa, ao acondicionamento em sacos de polietileno e ao armazenamento em freezer, a -12°C .

II - Elaboração da geleia: a polpa foi descongelada em temperatura ambiente, corrigida quanto ao pH e, em seguida, foi feita a adição de sacarose, glicose e/ou xilitol.

A mistura foi concentrada até 65°Brix para a adição de pectina. A geleia foi resfriada sob temperatura de aproximadamente 60°C, envasada ainda quente em frascos de vidro com capacidade para 40g e armazenada sob temperatura ambiente (25±1°C). As geleias obtidas de pitaia de polpa vermelha apresentam consistência gelatinosa, cor vermelha translúcida e sabor agradável. A geleia obtida de polpa branca apresenta consistência firme e de sabor agradável, todavia, não translúcida.



Figura 8. Geleias elaboradas a partir de pitaias das espécies *Hylocereus polyrhizus* e *Selenicereus undatus*. A, B e C – geleias de pitaia de polpa vermelha (*H. polyrhizus*); D – geleia de pitaia de polpa branca (*S. undatus*)

Foto: Tárik Maurício

10.3.1.3 Doce em massa

O doce de pitaia é mais um produto atrativo para o consumidor, devido a características como a coloração, a textura, a presença de sementes pequenas na polpa (que podem permanecer no doce) e a predominância de açúcares, como glicose e frutose. Dessa forma, o doce de pitaia classifica-se como alimento de baixa acidez e cor intensa (OLIVEIRA et al., 2017).

O doce em massa é definido como um tipo de doce em pasta. Esta definição é legislada pela RDC nº 272, de 22 de setembro de 2005, a qual revoga as disposições contrárias de determinações anteriores, como a Resolução Normativa nº 9, de 11 de dezembro de 1978 (BRASIL, 1978; BRASIL, 2005). O doce em massa de pitaia é um produto composto por partes da fruta e ou suco, adicionado de água, açúcar, pectina e ácido cítrico, podendo ser adicionado de outros ingredientes.

De forma geral, ao doce em massa, opcionalmente, podem ser adicionados suco de frutas, mel e ervas/especiarias. Os aditivos permitidos para aplicação nos doces em massa de pitaia estão dispostos na RDC nº 8, de 6 de março de 2013, na classe de produtos III, doces de frutas e/ou de vegetais (BRASIL, 2013). Os aditivos autorizados para uso, segundo as boas práticas de fabricação, estão dispostos na RDC nº 45, de 3 de novembro de 2010 (BRASIL, 2010).

Dentre os aditivos autorizados para a produção de doces em massa de pitaita podem ser destacados a pectina, como estabilizante, e o ácido cítrico, como acidulante, ambos sem limite máximo de aplicação (*quantum satis*). A pectina tem a função estabilizante pela capacidade de formação de gel em meio ácido (pH entre 3,0 e 3,5) e o ácido cítrico auxilia na adequação da acidez para esta geleificação, reduz o crescimento de microrganismos, além de contribuir para o sabor do doce em massa (TORREZAN, 2015).

O doce em massa de pitaita, experimentalmente obtido em pesquisa ainda não publicada pelo grupo de estudos do qual participou Tatiana Nunes Amaral, uma das autoras deste capítulo, foi elaborado aplicando-se diferentes formas de processamento (Figura 9), dentre as quais se apresenta a seguinte:

I - Obtenção da polpa: as pitaitas foram selecionadas quanto à sanidade e ao estágio de maturação e lavadas. Em seguida, procedeu-se ao descascamento manual para a obtenção da polpa, que foi cortada em pedaços menores e triturada em processador de alimentos.

II - Doce em massa: a mistura foi adicionada de açúcar, pectina e ácido cítrico, e submetida à cocção até a concentração firme ser observada pelo método de formação de um gel consistente em água fria (ponto de colher). Ao atingir o ponto de massa, o doce foi transferido para uma bandeja plástica revestida com papel celofane, resfriada e armazenada sob temperatura ambiente. Na Figura 10, apresenta-se o aspecto visual do doce em massa obtido utilizando-se polpa de pitaita (*H. polyrhizus*).

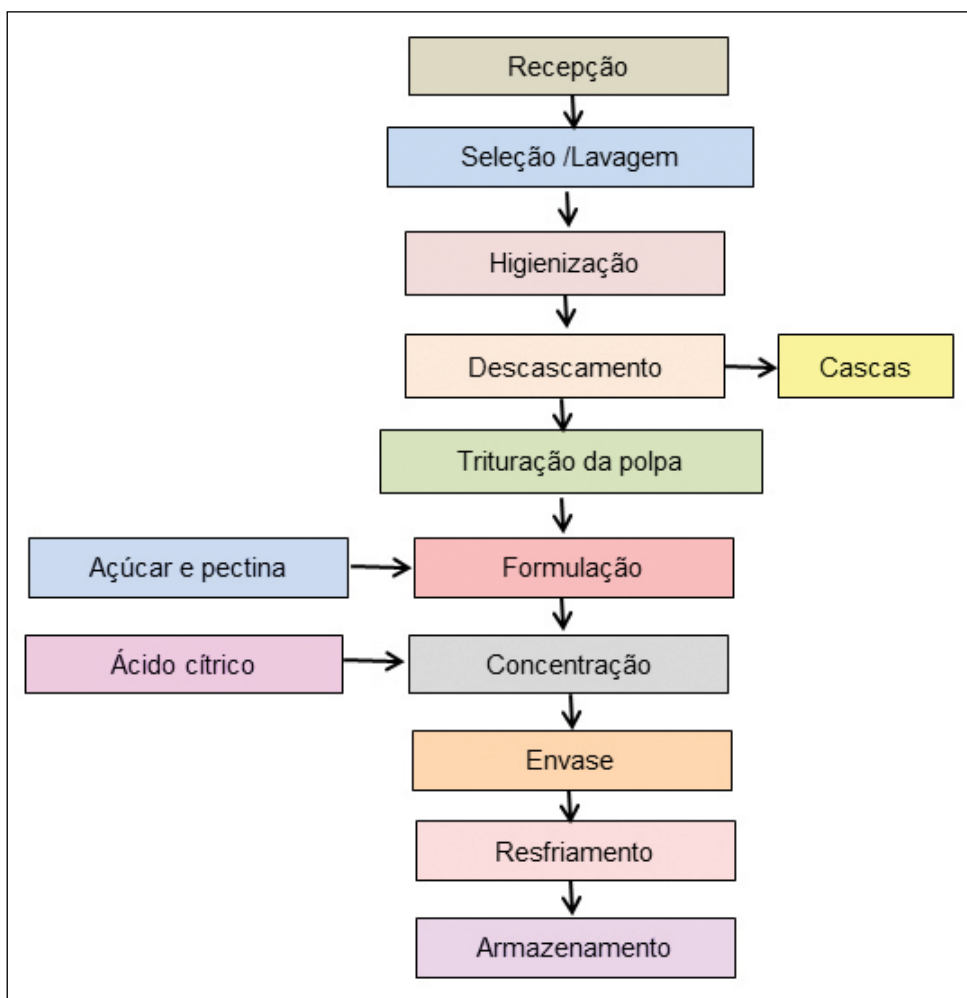


Figura 9. Fluxograma do processo de produção de doce de pitaiá em massa
 Fonte: Adaptado de Torrezan (2015) e Lovatto (2016)



Figura 10. Doce em massa de pitaia de polpa vermelha (*H. polyrhizus*).

Foto: Talita Ferreira

10.3.1.4 Sorvete

Baseado na RDC nº 267, de 25 de setembro de 2003 da Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA), o sorvete é tratado como gelado comestível, sendo definido como produto obtido a partir da emulsão de gorduras e proteínas, podendo ter adição de outros ingredientes, além de água e açúcares (BRASIL, 2003).

O sorvete de pitaia pode ser elaborado a partir da polpa, ou utilizando-se a farinha da casca como ingrediente (MUFAS & PERERA, 2012; UTPOTT et al., 2018b; UTPOTT et al., 2020) De acordo com estes últimos autores, a farinha pode influenciar em diversas características do sorvete, como as suas propriedades de solubilidade e capacidade de retenção de água, ou óleo, bem como as características de cor, viscosidade e sabor, e ainda contribuir para a melhoria do seu potencial antioxidante.

O sorvete é uma sobremesa muito apreciada e, comumente, consiste da adição de leite, adoçantes, estabilizantes, emulsões e aromatizantes (REBOUÇAS, 2019). Geralmente, esse produto costuma conter altos teores de açúcar e, portanto, ao se adicionar o oligossacarídeo da pitaia no sorvete, pode-se aumentar as suas propriedades funcionais (WICHAMANEE et al., 2016).

A fabricação de sorvete incorporado com a polpa de pitaia (*Hylocereus* sp.), em proporções de 12%, 15% e 18% (p/p), conforme apresentado na Tabela 7, apresentou vida útil de três meses (MUFAS & PERERA, 2012). De acordo com estes autores, a maior preferência dos consumidores foi pelo sorvete elaborado com 12% (p/p) de polpa.

A produção do sorvete se inicia com a separação da polpa e da casca das pitaias. A casca deve ser cortada em pedaços pequenos (1cm x 1cm) e misturada à polpa por 2 minutos para se obter uma mistura homogênea. A polpa obtida, adicionada da casca, deve

ser envolvida em um pano de musselina e o conteúdo imerso em água quente, a 63°C, por 2 minutos. A formulação deve ser constituída da mistura de leite fresco, chantilly e açúcar, seguida da adição de uma gema de ovo e submetida à batidura, para se obter uma mistura homogênea e, concomitantemente, adicionar a proporção da polpa obtida. A mistura de sorvete deve ser mantida sob refrigeração, a 4°C, por 3 horas, seguida da adição de estabilizante e batidura, até se obter a incorporação do ar. As etapas são apresentadas no fluxograma da Figura 11.

Tabela 7. Formulações para a obtenção de sorvetes incorporados com diferentes concentrações de polpa de pitaiá

Ingredientes	Formulações		
	1	2	3
Leite fresco (g)	400	400	400
Natas batidas (g)	300	300	300
Açúcar (g)	120	120	10
Polpa de pitaiá (%)	12	15	18
Estabilizante (g)	10	10	10
Gema de ovo (g)	80	80	80
Suco de limão (mL)	5	5	5

Fonte: Mufas & Pereira (2012)

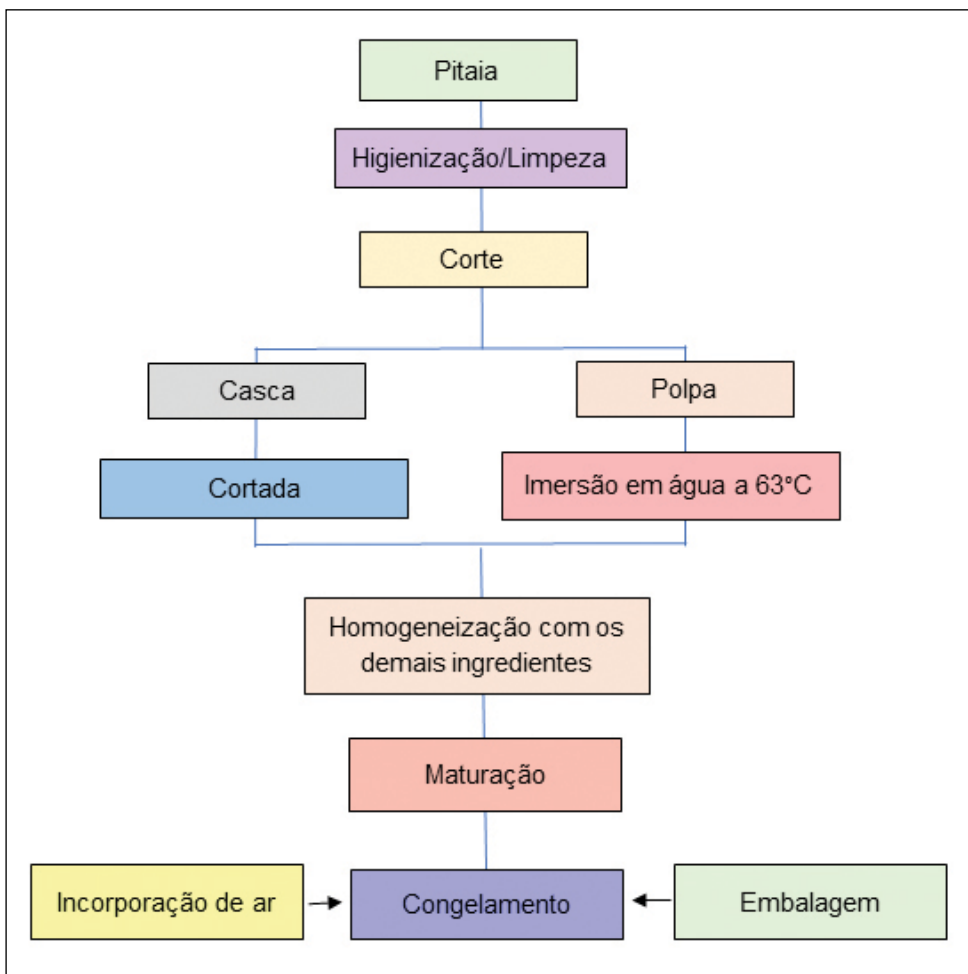


Figura 11. Fluxograma de produção de sorvete elaborado a partir da polpa de pitua adicionada de casca

Fonte: Adaptado de Mufas & Pereira (2012)

A elaboração de sorvetes pode ser feita a partir de corante (vermelho-amaranto) de extrato da casca da pitua (REBOUÇAS, 2019). De acordo com a autora da pesquisa, houve alta aceitação sensorial e baixa variação na coloração durante os 120 dias de armazenamento, indicando potencial do uso de corante natural como substituto ao corante artificial amarantho em sorvetes. Na Figura 12 é apresentado um fluxograma do processamento de sorvete adicionado de corante de pitua.

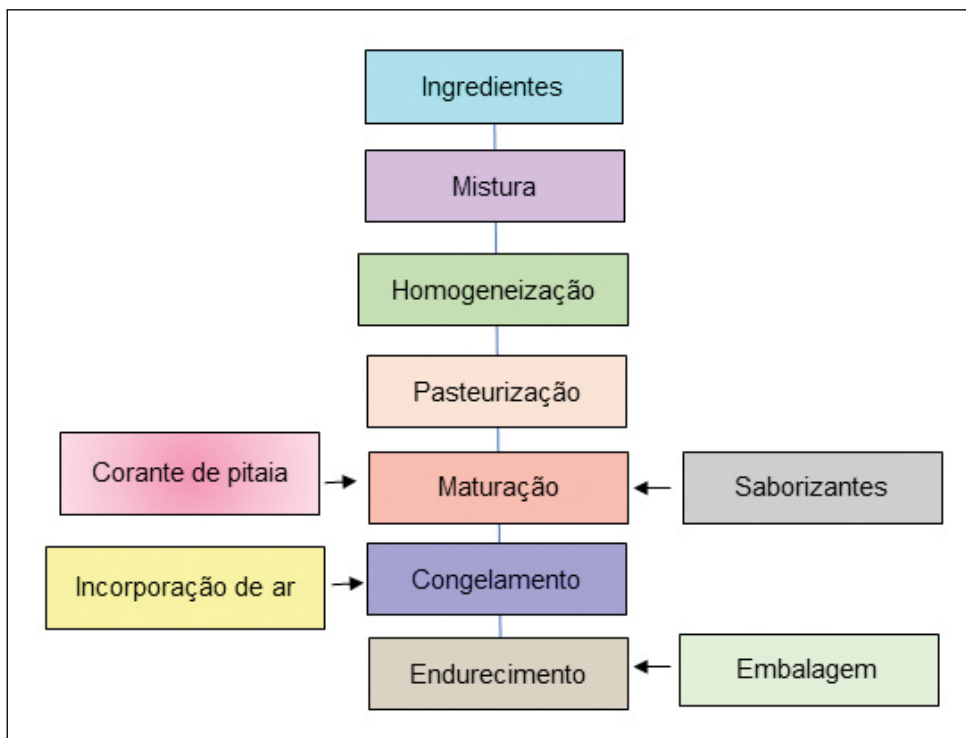


Figura 12. Fluxograma de processamento de sorvete utilizando corante obtido a partir da casca de pitaia

Fonte: (Modificado de Clarke, 2013)

10.3.1.5 Bebida alcoólica fermentada

De acordo Art. 44, do Decreto nº 6.871, de 4 de julho de 2009, do Mapa, bebida fermentada de fruta é “bebida com graduação alcoólica de quatro a quatorze por cento em volume, a vinte graus Celsius, obtida pela fermentação alcoólica do mosto de fruta sã, fresca e madura de uma única espécie, do respectivo suco integral ou concentrado, ou polpa, que poderá nestes casos ser adicionado de água” (BRASIL, 2009). O § 2º do Art. 44 informa que o fermentado de fruta poderá ser adicionado de açúcares para adoçamento, além de água e de outros aditivos definidos para cada tipo de fruta (BRASIL, 2009).

A produção de bebida fermentada a partir de pitaia pode ser realizada utilizando-se a polpa e a casca, e, ainda, empregando-se diferentes tipos de microrganismos, de acordo com a necessidade tecnológica (MALDONADO et al., 2017; EVELINE & AUDINA, 2019). O tipo de cultura inoculada, os substratos disponíveis e as condições de incubação definem o tipo de fermentação das bebidas de pitaia como fermentação láctica e alcoólica.

A fermentação láctica é, geralmente, aplicada em matrizes alimentares à base de leite e derivados, mas também pode ser utilizada na fermentação de frutas, como a pitaia,

pela alta concentração de açúcares presente (MALDONADO et al., 2017). De acordo com estes autores, esse tipo de fermentação é interessante pela possibilidade de incremento de aromas e nutrientes advindos da fruta, resultando em bebidas com aspectos sensoriais e físico-químicos diferentes, além de ser uma opção para pessoas intolerantes à lactose.

A fermentação alcoólica pode ser aplicada para a produção de bebida alcoólica fermentada de pitaiá (JIANG et al., 2020a), oferecendo uma alternativa para a redução das perdas pós-colheita e aumento de valor agregado (JIANG et al., 2020b). A fermentação alcoólica é baseada na metabolização de açúcares em etanol por microrganismos, como *Saccharomyces cerevisiae* (JIANG et al., 2020a).

O processo fermentativo do suco de pitaiá de polpa branca tratada com pectinase utilizando a levedura *Saccharomyces cerevisiae* apresenta baixo teor alcoólico, em torno de 3,5% a 4% v/v, e mantém o teor de sólidos solúveis em 14,6°Brix, assim como o sabor da fruta, proporcionando uma boa aceitação sensorial (HUAN et al., 2020). Estes autores reportam que as pitaiás devem, inicialmente, ser lavadas e descascadas. Após a obtenção da polpa, fazer a adição de água na concentração de 1:2 (m/v), para a obtenção do suco. O suco deve ser tratado com pectinase, a 40°C, por 120 minutos, e filtrado em tecido para a retirada de partículas sólidas. Após a filtração, é adicionado açúcar ao suco, até atingir 18°Brix e, em seguida, inoculado com a levedura e incubado, de 30°C a 32°C, por 44 horas, em condições anaeróbias.

Na Figura 13 é apresentado o fluxograma do processamento de bebida alcoólica fermentada utilizando pitaiá.

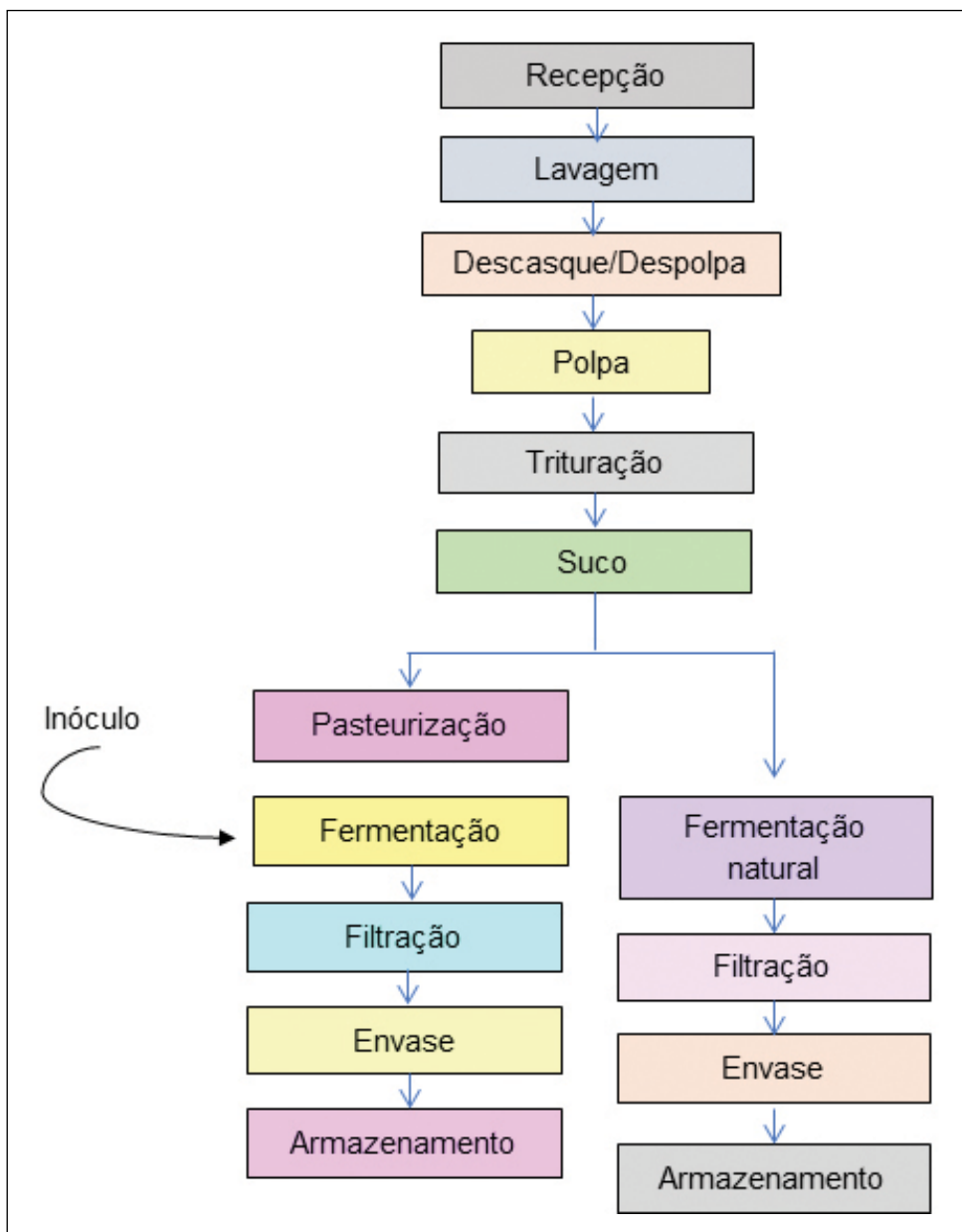


Figura 13. Fluxograma do processo de produção de bebida alcoólica fermentada a partir de pitaia
 Fonte: Adaptado de Choo et al. (2018b); Maldonado et al. (2017), Jiang et al. (2020a), Lin et al. (2020) e Souza et al. (2018)

10.3.1.6 Vinagre

Conforme o Art. 77, do Decreto 6.871/2009 e o Art. 1º, §2º, da Instrução Normativa Mapa 06/2012 (BRASIL, 2012), o fermentado acético é o produto com acidez volátil mínima de 4g 100mL⁻¹, expressa em ácido acético, obtido por meio de processo tecnológico adequado que assegure sua apresentação e conservação até o momento do consumo. Segundo o Art. 1º, §3º, da Instrução Normativa Mapa 06/2012, as denominações de fermentado acético e vinagre, acrescidas do nome da matéria-prima utilizada, são equivalentes, porém mutuamente excludentes.

O desenvolvimento de vinagre de pitaiá vermelha está entre as novas tecnologias capazes de utilizar os excedentes de pitaiá potencialmente fora do padrão para a comercialização ao natural (FERNANDES et al., 2019). Estes autores relataram as seguintes etapas para a obtenção do vinagre:

I - Lavagem das frutas: lavagem das pitaiás em água corrente e sanitização em solução de hipoclorito de sódio a 1% (v/v); obtenção da polpa, embalagem em sacos plásticos e armazenamento a -2°C;

II - Fermentação: descongelamento da polpa em temperatura ambiente, ajuste do teor de sólidos solúveis até atingir 20°Brix e fermentação propriamente dita, com inóculo da levedura *Saccharomyces cerevisiae* em 1,2L da polpa. O vinagre de pitaiá vermelha produzido apresenta 4% v/v de ácido acético, 0,89% v/v de etanol e relevante aceitação para aparência, sabor e aroma.

Na Figura 14 é apresentado o fluxograma, de forma simplificada, das etapas da produção do vinagre de pitaiá vermelha (*H. polyrhizus*).

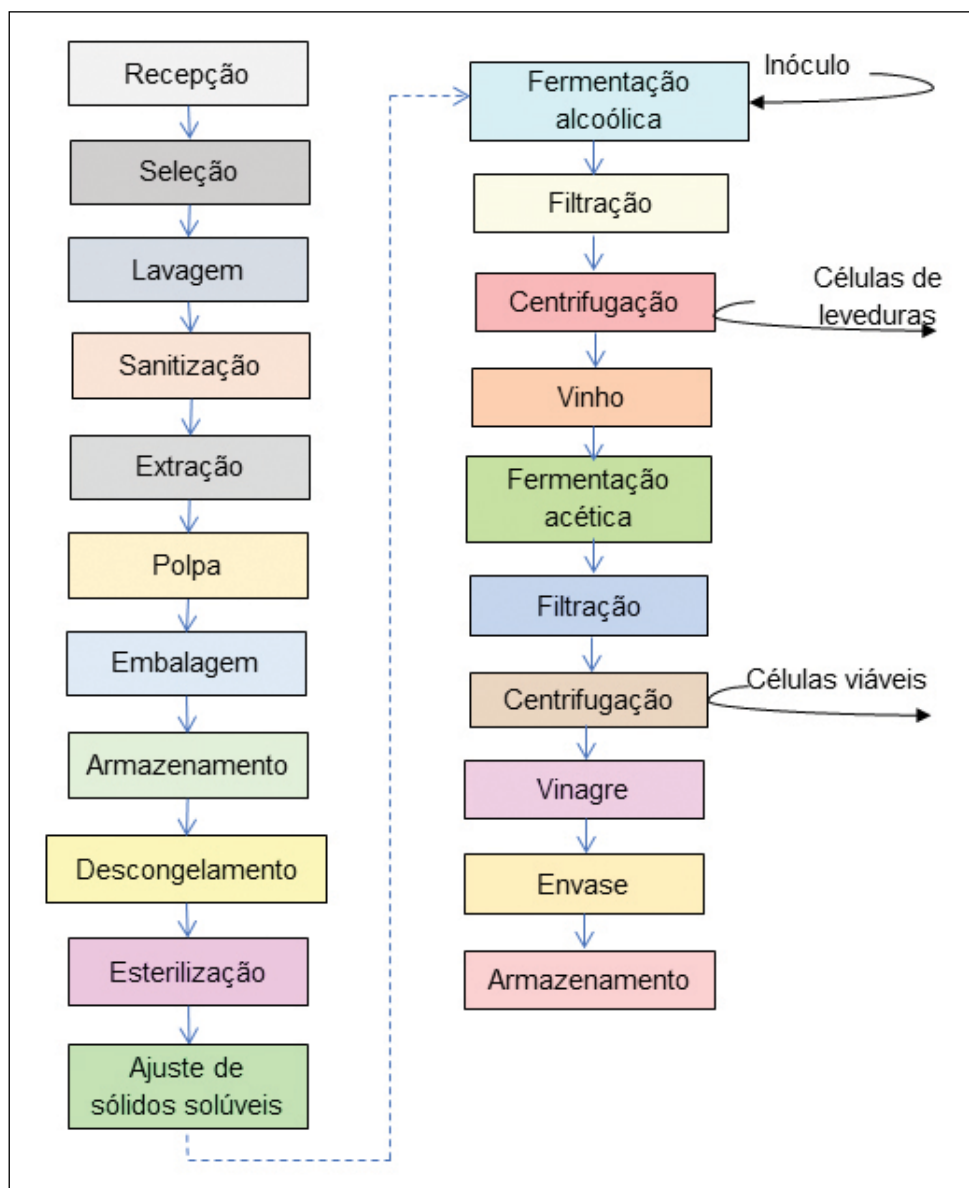


Figura 14. Fluxograma das etapas de produção do vinagre de pitaia vermelha (*H. polyrhizus*)
 Fonte: Adaptado de Fernandes et al. (2019)

10.3.1.7 Pitaia desidratada

Entre as diversas técnicas de processamento, a secagem é bastante utilizada. No entanto, ela pode ocasionar perdas nas características de qualidade das frutas (YI et al., 2017). Há relatos de pesquisas apontando a desidratação de pitaia por liofilização na forma de uma pastilha prensada (ZEA et al., 2013; YUSOF et al., 2011) e na forma de chips (YI et al., 2017).

O desenvolvimento de pastilhas derivadas de frutas apresenta vantagens por evitar perdas pós-colheita, redução do uso de embalagens, aumento de vida de prateleira, redução de gastos com transporte pelo menor volume e peso (água retirada), bem como menor higroscopicidade, pela menor área superficial adquirida (ZEA et al., 2013).

O chip de pitaia é elaborado utilizando-se a polpa cortada em fatias, com comprimento de 6cm, largura de 1,5cm e diâmetro de 1,5cm, submetida à desidratação pelo processo de liofilização e secagem por ar quente, a 65°C (YI et al., 2017). De acordo com estes autores, as características de crocância e o volume da amostra de chips de pitaia melhoram significativamente quando se emprega o método de liofilização para a etapa de pré-secagem.

A desidratação de pitaia para a produção de pastilhas de pitaia vermelha em pó pode ser feita por diferentes métodos de secagem e formulações. Em uma das técnicas, o processo se inicia com a higienização das pitaias, descascamento e cortes em pedaços entre 0,25mm e 0,30mm, sendo semicirculares, com diâmetro máximo de 10cm (YUSOF et al., 2011). De acordo com estes autores, a secagem deve ser realizada em estufa, a 70°C, por 48 horas e o material seco pode ser triturado em processador doméstico e moído até o tamanho de partícula de 300µm. O material deve ser acrescido de maltodextrina e, em seguida, comprimido com uma força de 2kN, para a formação das pastilhas. A presença da maltodextrina (20% e 60%) reduz a porosidade da pastilha, diminuindo o caráter coesivo da pitaia em pó.

Outra forma de secagem se inicia com a higienização das pitaias, seguida da trituração integral e adição de 10% de maltodextrina para diminuir a higroscopicidade do pó e possibilitar a compactação (ZEA et al., 2013). Estes autores reportam que esta mistura deve ser congelada e submetida à secagem em um liofilizador, à temperatura de 35°C, por 48 horas e pressão de 0,25MPa. O material seco forma um pó e, em seguida, deve ser feita a adição de 20% de agente efervescente (bicarbonato de sódio e ácido cítrico). A compactação uniaxial é realizada em diferentes pressões, sendo entre 1kN a 9kN, formando, assim, pastilhas cilíndricas de massa em torno de 2g e 20mm de diâmetro. Na Figura 15 estão representadas duas rotas de produção de pastilhas de pitaia vermelha em pó.

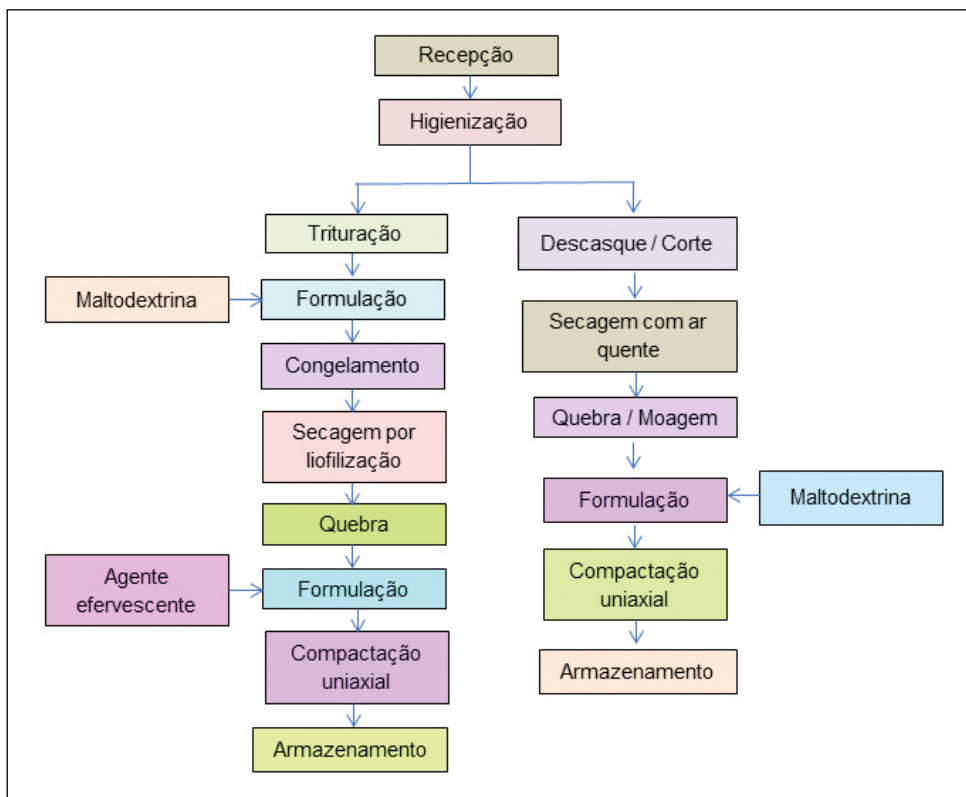


Figura 15. Fluxograma de produção de pastilha de pitáia integral, com base nas metodologias de Zea et al. (2013) e Yusof et al. (2011)

10.3.2 Produtos oriundos da casca, semente e flor

10.3.2.1 Muffin

O muffin é um bolo à base de massa, assim como os tradicionais, diferindo destes apenas pela menor concentração de água na formulação (LEE et al., 2020), produzido de forma individual, com maciez característica e sabor agradável, podendo ser consumido como um snack (MRIDULA et al., 2020). De acordo com estes autores, a formulação básica de muffin inclui farinha de trigo, açúcar e fermento, podendo-se acrescentar leite, ovos e fontes lipídicas.

Diversos estudos vêm testando alterações na formulação básica do muffin no intuito de promover melhorias nutricionais (SHIH et al., 2020), bem como melhorias tecnológicas (MASMOUDI et al., 2020). Nesse sentido, a pitáia foi utilizada em formulações de muffins, visando enriquecê-los nutricionalmente e reduzir perdas da fruta (CHEMAH et al., 2011). O fluxograma de produção de muffins está representado na Figura 16.

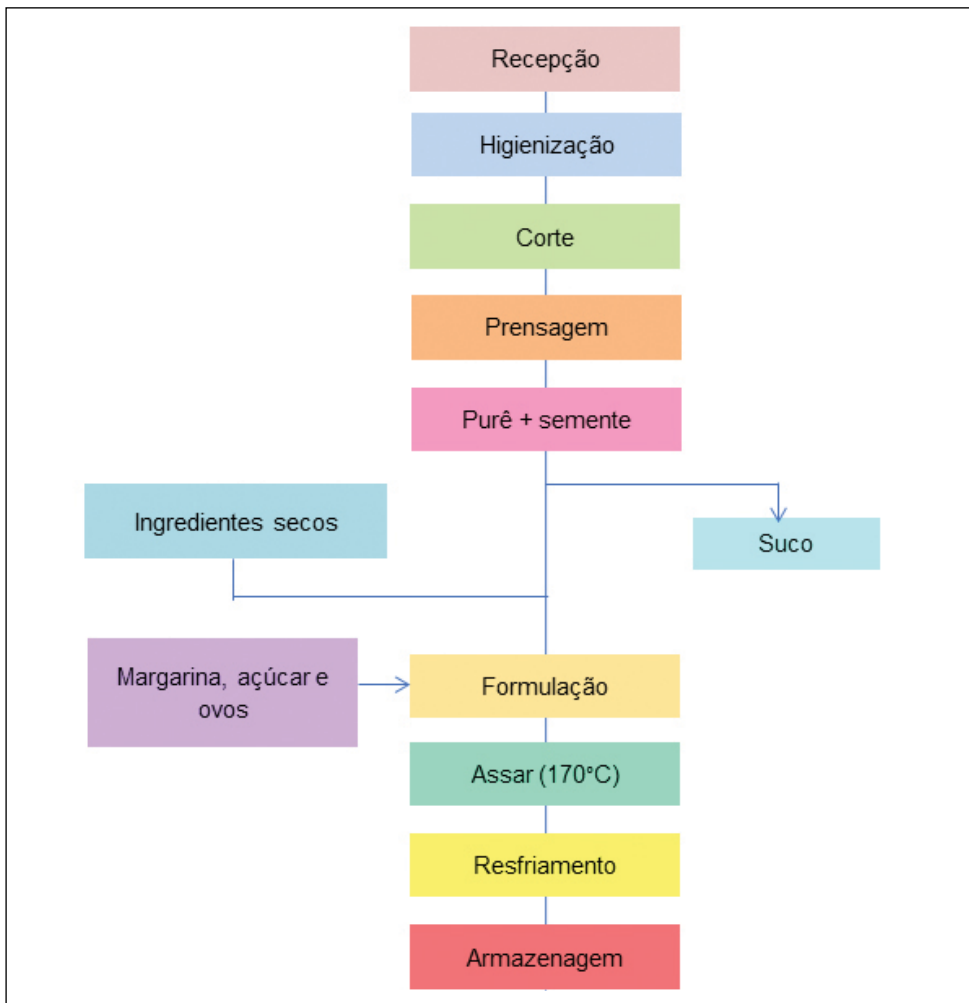


Figura 16. Fluxograma de produção de muffin de pitaiia, tendo como base a descrição de Chemah et al. (2011)

Na elaboração de muffins, as pitaiias são submetidas à higienização, seguida de descascamento e corte em cubos de 2cm, os quais são prensados à mão, utilizando um tecido do tipo musseline para a retirada do suco (CHEMAH et al., 2011). Esses autores relatam que os resíduos de pitaiia retidos no tecido, no purê e na semente são utilizados para compor a formulação, como exemplificado na Tabela 8. A mistura resultante dos ingredientes secos e o resultante da pitaiia são acrescentados vagarosamente ao restante dos ingredientes, formando uma massa homogênea, a qual deve ser assada em forno a 170°C, por 20 minutos. Destaca-se que, quanto maior a quantidade de pitaiia adicionada, mais intensa será a cor, devido à quantidade de betalaínas.

Tabela 8. Formulações de muffins de pitaita

Ingredientes (g)	Formulações**			Controle
	10% de purê com sementes	15% de purê com sementes	20% de purê com sementes	
Farinha	263	263	263	263
Margarina	227	227	227	227
Açúcar*	250	250	250	196
Bicarbonato de sódio	2	2	2	2
Fermento em pó	2	2	2	2
Sal	1	1	1	1
Ovos	265	265	265	265
Leite UHT	48	48	48	48
Purê com sementes	125	173	230	-

* Na formulação original foi utilizado açúcar de mamona. ** Purê: polpa macerada com sementes de pitaita.
Fonte: Chemah et al. (2011)

10.3.2.2 Óleo

As sementes de pitaita contêm um óleo que apresenta aspecto nutricional interessante, devido ao seu expressivo teor de antioxidantes naturais e tocoferóis, podendo, assim, ser utilizado como fonte de óleo comestível, ou incorporado a cosméticos e fármacos (LIAOTRAKON et al., 2013). Ele apresenta elevado nível de lipídeos funcionais e pode ser utilizado com uma nova fonte de óleo essencial para compor a alimentação humana (LIM et al., 2010).

A maior dificuldade na obtenção do óleo é a separação das sementes, pelo fato de estarem envolvidas confortavelmente por toda a polpa, que consiste em carboidratos altamente gelatinosos (celulose, hemicelulose e polímeros de sacarídeo simples (ARIFFIN et al., 2009).

O óleo da semente de pitaita apresenta diferentes tipos de ácidos graxos e cerca de 50% são ácidos graxos essenciais, como os ácidos palmítico, esteárico, oleico, linoleico e linolênico, sendo predominante o ácido linoleico (ARIFFIN et al., 2009). A caracterização dos componentes deste óleo e a proporção de ácidos graxos insaturados e saturados são de grande interesse nutricional e tecnológico, uma vez que a substituição de ácidos graxos saturados por mono ou poli-insaturados, na nutrição humana, reduz os níveis sanguíneos de lipoproteína de baixa densidade (LDL), associados à menor incidência para doenças coronárias (VILLALOBOS-GUTIÉRREZ et al., 2012).

O óleo de semente de pitaita é um subproduto valioso do processamento na obtenção de corantes (SCHWEIGGERT et al., 2009). Ele apresenta boa estabilidade no processo de armazenamento, podendo chegar a três meses, sem perder sua atividade oxidativa (LIAOTRAKON et al., 2013).

10.3.2.3 Chá

A Resolução RDC Anvisa nº 277, de 22 de setembro de 2005, da Diretoria Colegiada da Anvisa, estabelece o regulamento técnico para café, cevada, chá, erva-mate e produtos solúveis. No item 2.2 do regulamento, o chá é definido como “o produto constituído de uma ou mais partes de espécie(s) vegetal(is) inteira(s), fragmentada(s) ou moída(s), com ou sem fermentação, tostada(s) ou não, constantes de regulamento técnico de espécies vegetais para o preparo de chás. Ao produto pode ser adicionado aroma e ou especiaria para conferir aroma e/ou sabor”. “O produto deve ser designado de “chá”, seguido do nome comum da espécie vegetal utilizada, podendo ser acrescido do processo de obtenção e/ou característica específica. Além disso, é permitida a utilização de denominações consagradas pelo uso”, como descrito no item 3.2 dessa Resolução.

O chá de pitáia pode ser obtido a partir de flores das diferentes espécies. Elas são submetidas à secagem e à posterior infusão. Um dos melhores processos para a elaboração de chá de pitáia é proveniente da secagem das flores, a 100°C, por 40 minutos (SHAOLONG, 2018). De acordo com este autor, o extrato das flores secas é obtido pelo cozimento em água em ebulição (1:100), por 7 minutos, seguido de filtração. Diferentes formulações foram estudadas e a mais aceita sensorialmente é composta por 9% de açúcar, 0,2% (v/v) de ácido cítrico, 0,2% de suco de alcaçuz (*Glycyrrhiza glabra*) e 0,03% (v/v) de aroma de lichia, que proporciona as melhores características de cor, sabor e aroma. O chá formulado apresenta cor marrom-clara, leve sabor doce, praticamente sem sabor amargo, nem adstringência, com acidez média e pouca transparência. No fluxograma da Figura 17 são apresentadas as etapas da preparação de chá elaborado a partir de flores de pitáia.

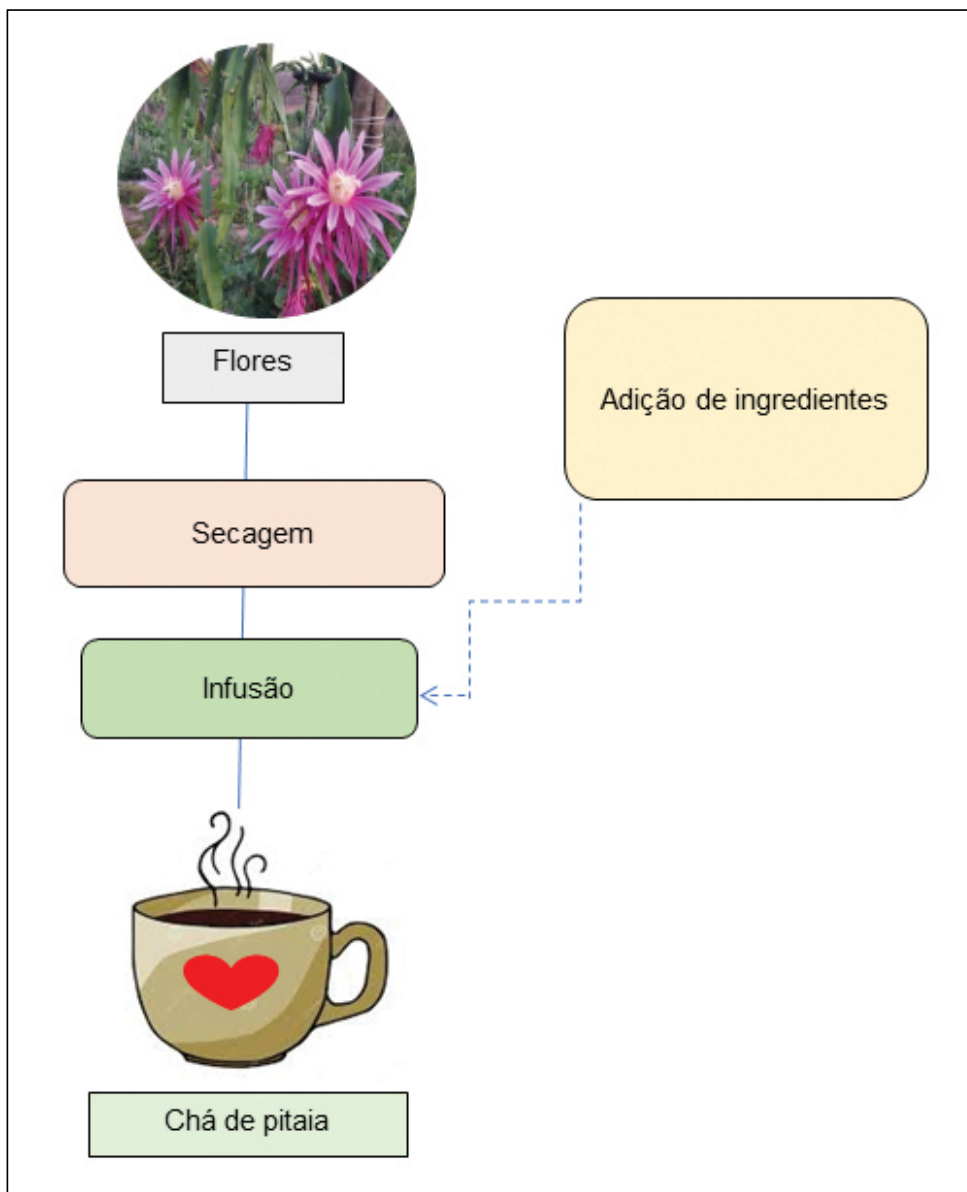


Figura 17. Fluxograma de preparação de chá a partir de flores de pitaia, com base na descrição de Shaolong (2018)

Shaolong (2018) patenteou o processo para formulação de um chá usando as flores de pitáia e chás base (proporção 1:2). O método de preparo relatado compreende as etapas de mistura, desidratação por ventilação natural, fermentação, aromatização primária em temperatura de 25°C a 30°C, por 10 a 20 horas; secagem; aromatização secundária, de 30°C a 35°C, por 10 a 15 horas, e secagem final. O produto final tem sabor suave, estável e durável, igual à fragrância de flor de pitáia. As etapas da preparação de chá a partir de flores de pitáia misturado a outros chás são apresentadas no fluxograma da Figura 18.

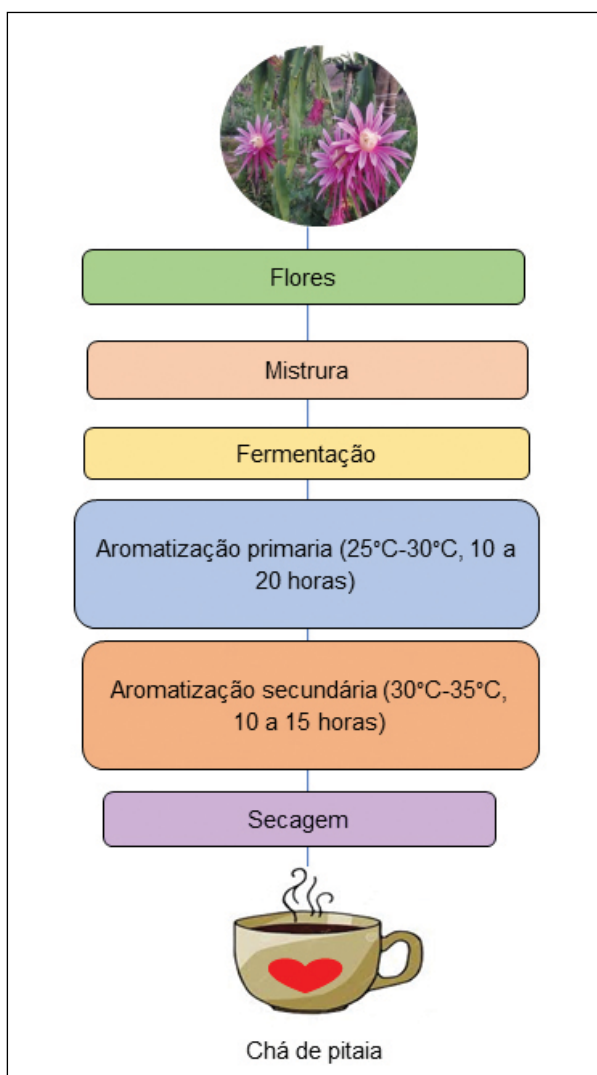


Figura 18. Fluxograma de produção de chá a partir botões florais de pitáia, com base na descrição de Shaolong (2018)

Outras variedades de plantas podem ser utilizadas para conferir sabor à infusão e, assim, melhorar a palatabilidade do chá (SHAOLONG, 2018). O processo de produção de chá de pitaia a partir da mistura de polpa desidratada e seca e trigo serrano (*Fagopyrum esculentum*), seguindo processo de secagem, foi registrado em um pedido de patente (HONGLIN, 2015).

Comercialmente, encontram-se infusões aromatizadas com a pitaia, no formato líquido e instantâneo. O chá instantâneo, ou solúvel, produzido com a polpa de pitaia, pode ser obtido por desidratação, atomização ou liofilização de uma infusão previamente preparada. O extrato inicial é elaborado a partir de suco de pitaia (água + fruta), com ou sem adição de chá preto, chá verde ou folhas verdes fermentadas, não desidratadas.

10.3.2.4 Pão

Na preparação dos produtos de panificação a adição de fibras é desejável para melhorar a qualidade. O desenvolvimento de pães com a suplementação de fibras e redução de gordura proporciona variação no volume e na textura de pães (WANG et al., 2002; STOLL et al., 2015). No entanto, a redução de gordura nos alimentos é de grande importância para a saúde humana, visto a sua associação com o aumento do risco de diversas doenças crônicas, como obesidade, doenças cardiovasculares e câncer (LIU et al., 2006).

Nesse contexto, a farinha da casca da pitaia vermelha (*H. polyrhizus*) pode ser utilizada como substituto de gordura em pães de forma, apresentando boa aceitação sensorial e potencial para a industrialização (UTPOTT et al., 2018b). Estes autores relatam que, apesar de a gordura ter um papel importante no sabor e na maciez desse tipo de produto, ela pode ser substituída, de forma total ou parcial, visando reduzir o valor energético do produto final e a farinha da casca de pitaia, se mostrou como um potencial substituto de gordura em alimentos devido a sua composição e características, podendo ser utilizada em outros tipos de produtos, a fim de também agregar valor nutricional aos mesmos.

10.3.2.5 Corante natural

De acordo com o Art. 4, do Decreto Nº 55.871, de 26 de março de 1965, corante é uma substância que confere ou intensifica a cor dos alimentos. Os corantes extraídos de matérias-primas encontradas na natureza, de origem animal ou vegetal, são conhecidos como corantes naturais; os demais aditivos são chamados de corantes artificiais (BRASIL, 1977).

Os corantes naturais apresentam diversas vantagens, quando comparados aos corantes sintéticos, como a não toxicidade, a renovabilidade e a ausência de evidências de riscos à saúde (SHAHID et al., 2013). A cor é um aspecto que determina a aceitação de produtos industrializados e por isso estimula os fabricantes à incorporação de corantes aos alimentos, inclusive como indicativo de sua qualidade (GIUSTI & WROLSTAD, 2003; PEREIRA et al., 2017). Comercialmente, os tipos de corantes naturais (Figura 19) mais

largamente empregados pelas indústrias alimentícias têm sido os extratos de urucum, carmim de cochonilha, curcumina, clorofila, betalaínas, antocianinas e carotenoides (AZEREDO et al., 2016).



Figura 19. Ilustração dos principais tipos de corantes naturais e as suas respectivas cores, encontrados comercialmente

Elaboração: Myrlene Ottone

A casca da pitaiá é citada por diversos estudos como um resíduo aproveitável na produção de corantes naturais (SOUSA, 2015; AMANTE, 2015, MELLO et al., 2015). Os pigmentos vermelhos ou roxos das espécies de pitaiá como a *Selenicereus monacanthus* e a *S. costaricensis* são fontes potenciais de corantes para a indústria de alimentos (ESQUIVEL & ARAYA, 2012). Esses corantes são estáveis durante o seu processamento e armazenamento, representando mais uma forma de aproveitamento de pitaiá (HERBACH et al., 2006, HERBACH et al., 2007).

Os principais pigmentos encontrados na pitaiá são as betalaínas, que são hidrossolúveis, semelhantes ao grupo das antocianinas e dos flavonoides, com estruturas químicas diferentes (WYBRANIEC et al., 2007). As betalaínas são divididas em betacianinas (vermelho-roxo) e betaxantinas (amarelo-laranja) que compreendem cerca de 55 estruturas diferentes e promovem grande variação de matriz de cores para a indústria de alimentos, fármacos e cosméticos (STINTZING et al., 2004).

Os pigmentos avermelhados podem ser encontrados na polpa e na casca das pitaiás de espécies dos gêneros *Selenicereus* e *Hylocereus*. Os teores de betacianinas, na polpa e na casca, variam de 10,3mg 100 g⁻¹ a 87,8mg 100 g⁻¹ (WU et al., 2006; SARMENTO, 2017). Esse teor pode variar em função da espécie, do tempo e das condições de armazenamento e do método utilizado para a extração. A extração do corante de pitaiá pode ser realizada seguindo a metodologia descrita por Rebecca et al. (2008), por imersão da polpa em água na proporção de 1:1 (m/v), por 10 minutos.

As betalaínas, como corante, apresentam algumas vantagens em relação às antocianinas, como maior solubilidade em água, força tintorial três vezes mais elevada e uma faixa mais ampla de estabilidade de pH (STINTZING & CARLE, 2007). Elas são estáveis em pH de 4 a 5, razoavelmente estáveis em pH de 5 a 7 e instáveis em presença de luz e oxigênio. Além destes fatores, a atividade de água também afeta a estabilidade desses pigmentos. A estabilização da concentração de betacianinas pode ser alcançada com a adição de ácido ascórbico, isoascórbico e ácido cítrico (HERBACH et al., 2006). Há pesquisa evidenciando a alta higroscopicidade do corante de pitaia em pó, atingindo o equilíbrio higroscópico no tempo máximo de oito dias (SOUSA, 2015). Desse modo, de acordo com a autora, o armazenamento do corante em pó extraído de pitaia (*S. costaricensis*) deve ser feito sob condições de umidade relativa inferior a 60% e, para a manutenção da estabilidade de betacianinas, devem-se utilizar baixas temperaturas, de 20°C a 60°C. Entretanto, o armazenamento adequado do corante deve ser a 20°C, pois sob esta temperatura não ocorre mudança significativa na concentração de betacianinas e na coloração.

Cabe relatar que, além dos produtos de cunho científico aqui relatados, na mídia eletrônica encontram-se diversos produtos que são comercializados pela indústria e relatos de receitas elaboradas à base de pitaia, como bolo, biscoito, macaron, iogurte, crepe, essência, creme hidratante, shampoo, sabonete e outros. Nesse sentido, a pitaia apresenta um amplo nicho para a exploração, no que diz respeito ao seu aproveitamento tecnológico e à investigação científica.

REFERÊNCIAS

- ABREU, L.R.R.; IZIDORO, J.V.; IZIDORO, M.; CERVANTES, R.S.A.; TOLEDO-SARTORI, T.C.F. Caracterização centesimal das pitayas vermelha (*Hylocereus undatus*) e amarela (*Selenicereus megalanthus*) comercializadas em Campinas (SP). In: 11ª Jornada científica e tecnológica e 8º simpósio da pós-graduação do IFSULDEMINAS, 2019, Inconfidentes, MG. **Anais....** 2019.
- ABREU, W.C.D.; LOPES, C.D.O.; PINTO, K. M.; OLIVEIRA, L.A.; CARVALHO, G.B. M.D.; BARCELO, M.D.F.P. Características físico-químicas e atividade antioxidante total de pitaias vermelha e branca. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.71, n. 4, p. 656-661, 2012.
- ADAWR – Australian Department of Agriculture and Water Resources. Final report for the review of biosecurity import requirements for fresh dragon fruit from Vietnam. 2017. Disponível em: <https://www.agriculture.gov.au/biosecurity/risk-analysis/plant/dragon-fruit-from-vietnam/final-report>. Acesso em: 8 set. 2020
- AGOSTINI-COSTA, T. Bioactive compounds and health benefits of *Pereskioideae* and *Cactoideae*: A review. **Food Chemistry**, v. 327, p. 126961, 2020. DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.126961
- AMANTE, E.R. Cascas da pitaya é fonte promissora de betalaínas. Press Release. **Ciência Rural**. v. 45 n. 2, 2015.
- ARIFFIN, A.A.; BAKAR, J.; TAN, C.P.; RAHMAN, R.A.; KARIM, R.; LOI, C.C. Essential fatty acids of pitaya (dragon fruit) seed oil. **Food chemistry**, v. 114, n. 2, p. 561-564, 2009. DOI: 10.1016/j.foodchem.2008.09.108
- AZEREDO, L.S.; MARCELINO, L.B.; PORRECA, P.P.; SILVA, P.F.; BASTOS, S.F.; PEREIRA, W.L.; DOMINGUES, S.J.S. GAMA FILHO, R.V. Corantes: naturais e artificiais. **Revista de Trabalhos Acadêmicos- Universo Campos dos Goytacazes**. v. 2, n. 6, 2016.
- BELLEÇ, 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. DOI: 10.1051/fruits:2006021
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Decreto nº 6.871 de 4 de junho de 2009**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Gabinete do Ministro. **Instrução Normativa nº 49, de 26 de setembro de 2018**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2018b.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa no. 6, de 3 de abril de 2012**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa nº 37, de 1º de outubro de 2018**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2018a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 267, de 25 de setembro de 2003**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução -RDC Nº 277, de 22 de setembro de 2005**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução - RDC nº 45, de 03 de novembro de 2010**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 8, de 06 de março de 2013**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Câmara Técnica de Alimentos do Conselho Nacional de Saúde. **Resolução Normativa nº 9, de 11 de dezembro de 1978**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1978.

BRASIL. Ministério da Saúde. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. **Resolução nº44, de 1977**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1977.

CAI, Y.Z.; SUN, M.; CORKE, H. Characterization and application of betalain pigments from plants of the *Amaranthaceae*. **Trends in Food Science & Technology** v. 16:370-376.1, 2005. DOI: 10.1016/j.tifs.2005.03.020

CENCI, S.A. **Boas práticas de pós-colheita de frutas e hortaliças na agricultura Familiar**. In: Fenelon do Nascimento Neto. (Org.). *Recomendações Básicas para a Aplicação das Boas Práticas Agropecuárias e de Fabricação na Agricultura Familiar*. 1a ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 67-80, 2006.

CHAEMSANIT, S.; MATAN, N.; MATAN, N. Effect of peppermint oil on the shelf-life of dragon fruit during storage. **Food Control**, v. 90, p. 172-179, 2018. DOI: 10.1016/j.foodcont.2018.03.001

CHEMAH, T.C.; AMINAH, A.; NORIHAM, A.; AIDA, W. Aktiviti antioksidan dan warna muffin daripada sisa puri pitaya merah (*Hylocereus polyrhizus*). **Sains Malaysiana**, v. 40, n. 5, p. 431-436, 2011.

CHITARRA, M.L.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças - Fisiologia e Manuseio**. 3.ed. revisada e ampliada. Lavras, MG: ESAL-FAEPE, 2005, 785p.

CHOO, K.Y.; KHO, C.; ONG, Y.Y.; THOO, Y.Y.; LIM, L.H.; TAN, C.P.; HO, C.W. Fermentation of red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) for betalains concentration. **International Food Research Journal**, v.25, n. 6, 2018a.

CHOO, K.Y.; KHO, C.; ONG, Y.Y.; THOO, Y.Y.; LIM, R.L.H.; TAN, C.P.; HO, C.W. Studies on the storage stability of fermented red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) drink. **Food Science and Biotechnology**, v. 27, n. 5, p. 1411-1417, 2018b. DOI: 10.1007/s10068-018-0367-4

CLARKE, C. **The Science of Ice Cream**. 2 ed. Bedford: RSP Publishing, 2013. 264p.

CORDEIRO, M.H.M.; SILVA, J.M.D.; MIZOBUTSI, G.P.; MIZOBUTSI, E.H.; MOTA, W.F.D. Caracterização física, química e nutricional da pitaiá-rosa de polpa vermelha. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 1, p. 20-26, 2015. DOI: 10.1590/0100-2945-046/14

CORREIA, L.F.M.; FARAONI, A.S.; PINHEIRO-SANT'ANA, H.M. Efeitos do processamento industrial de alimentos sobre a estabilidade de vitaminas. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 19, n. 1, p. 83-95, 2008.

DAG, A.B.; MIZRAHI, Y. Effect of pollination method on fruit set and fruit characteristics in the vine cactus *Selenicereus megalanthus* ("yellow pitaya"). **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v.80, n. 5, p. 618–622. 2005.

DUARTE, M.H.; QUEIROZ, E.R.; ROCHA, D.A.; COSTA, A.C.; ABREU, C.M.P. Qualidade de pitaiá (*Hylocereus undatus*) submetida à adubação orgânica e armazenada sob refrigeração. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.20, e2015115, 2017. DOI: 10.1590/1981-6723.11515.

ESQUIVEL, P.; STINTZING, F.C.; CARLE, R. Phenolic compound profiles and their corresponding antioxidant capacity of purple pitaya (*Hylocereus* sp.) genotypes. **Zeitschrift für Naturforschung C**, v. 62, n. 9-10, p. 636-644, 2007. DOI: 10.1515/znc-2007-9-1003

ESQUIVEL, P.; ARAYA, Y. Características del fruto de la pitahaya (*Hylocereus* sp.) y su potencial de uso en la industria alimentaria. **Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos**, v. 3, n. 1, p. 113-129, 2012.

EVELINE, E.; AUDINA, M. Utilization of super red dragon fruit peel (*Hylocereus Costaricensis* (FAC Weber) Britton & Rose) in the making of fermented beverage. In: **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**. IOP Publishing, 2019. p. 012037. DOI: 10.1088/1755-1315/292/1/012037

FAO. **Fruit and vegetables – your dietary essentials**. The International Year of Fruits and Vegetables, 2021, background paper. Rome. 2020. 82 p. DOI: 10.4060/cb2395en

FAO-WHO, Codex Alimentarius, International food standards. **Standard for Pitahayas**. CXS 237-2003. Adopted in 2003. Amended in 2005, 2011.

FERNANDES, A.C.; SOUZA, A.C.; RAMOS, C.L.; PEREIRA, A.A.; SCHWAN, R.F.; DIAS, D.R. Sensorial, antioxidant and antimicrobial evaluation of vinegars from surpluses of physalis (*Physalis pubescens* L.) and red pitahaya (*Hylocereus monacanthus*). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 99, n. 5, p. 2267-2274, 2019. DOI: 10.1002/jsfa.9422

FERREIRA, M.D. **Colheita e beneficiamento de frutas e hortaliças**. São Carlos: SP. Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2008. 144p.

GANDÍA-HERRERO, F.; ESCRIBANO, J.; GARCÍA-CARMONA, F. Biological activities of plant pigments betalains. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 56, n. 6, p. 937-945, 2016. DOI: 10.1080/10408398.2012.74010

GIUSTI, M.M.; WROLSTAD, R.E. Acylated anthocyanins from edible sources and their applications in food systems. **Biochemical Engineering Journal**, v.14, p.217-225, 2003.

GARCÍA-CRUZ, L.; DUEÑAS, M.; SANTOS-BUELGAS, C.; VALLE-GUADARRAMA, S.; SALINAS-MORENO, Y. Betalains and phenolic compounds profiling and antioxidant capacity of pitaya (*Stenocereus* spp.) fruit from two species (*S. Pruinusus* and *S. stellatus*). **Food chemistry**, v. 234, p. 111-118, 2017. DOI:10.1016/j.foodchem.2017.04.174

GARCÍA-MATEOS, M.R.; QUIROZ-GONZÁLEZ, B.; CORRALES-GARCÍA, J.; YBARRA-MONCADA, M.C.; LEYVA-RUELAS, G. Ozone-high hydrostatic pressure synergy for the stabilization of refrigerated pitaya (*Stenocereus pruinosus*) juice. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 56, p. 102187, 2019. DOI: 10.1016/j.ifset.2019.102187

GLANGKARN, S. Antioxidant activity in red dragon fruit jelly. **Food and Public Health**, v. 5, n. 5, p. 203-206, 2015. DOI:10.5923/j.fph.20150505.06

HARIVAINDRAM, K.V.; REBECCA, O.P.S.; CHANDRAN, S. Study of optimal temperature, pH and stability of dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peel for use as potential natural colorant. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v.11, n. 18, p. 2259-2263, 2008. DOI: 10.3923/pjbs.2008.2259.2263

HUAN, P.T.; HIEN, N.M.; ANH, N.H.T. Optimization of alcoholic fermentation of dragon fruit juice using response surface methodology. **Food Research**, v. 4, n. 5, p. 1529-1536, 2020. DOI: 10.26656/fr.2017.4(5).125

HERBACH, K.M.; ROHE, M.; STINTZING, F.C.; CARLE, R. Structural and chromatic stability of purple pitaya (*Hylocereus polyrhizus* [Weber] Britton & Rose) betacyanins as affected by the juice matrix and selected additives. **Food Research International**, v. 39, n. 6, p. 667-677, 2006. DOI: 10.1016/j.foodres.2006.01.004

HERBACH, K.M.; MAIER, C.; STINTZING, F.C.; CARLE, R. Effects of processing and storage on juice colour and betacyanin stability of purple pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) juice. **European Food Research and Technology**, v. 224, n. 5, p. 649-658, 2007. DOI: 10.1007/s00217-006-0354-5.

HONGLIN, Z. **Preparation method of a rose, buckwheat and dragon fruit tea drink**. 2015. Disponível em <https://patents.google.com/patent/CN104982603A/en?q=dragon+fruit+tea&oq=dragon+fruit+tea>.

HUSSAIN, E.A.; SADIQ, Z.; ZIA-UL-HAQ, M. **Betalains: biomolecular aspects**. London: Springer International Publishing, 2018. 197.p

ISLAM, M.Z.; KHAN, M.T.H.; HOQUE, M.M.; RAHMAN, M.M. Studies on the processing and preservation of dragon fruit (*Hylocereus undatus*) jelly. **The Agriculturists**, v. 10, n. 2, p. 29-35, 2012. DOI: 10.3329/agric.v10i2.13139. DOI: 10.3329/agric.v10i2.13139

JAAFAR, R.A.; RAHMAN, A.; MAHMUD, N.Z.C.; VASUDEVAN, R. Proximate Analysis of Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*). **American Journal of Applied Sciences**, v. 6, n.7, p.1341-1346, 2009. DOI: 10.3844/ajassp.2009.1341.1346

JIANGAONKAR, K.; MAHAWAR, M.K.; BIBWE, B.; KANNAUJIA, P. Postharvest profile, processing and waste utilization of dragon fruit (*Hylocereus* Spp.): A Review. **Food Reviews International**, 1-27. 2020. DOI: 10.1080/87559129.2020.1742152

JIANG, X.; LU, Y.; LIU, S.Q. Effects of different yeasts on physicochemical and oenological properties of red dragon fruit wine fermented with *Saccharomyces cerevisiae*, *Torulaspora delbrueckii* and *Lachancea thermotolerans*. **Microorganisms**, v. 8, n. 3, p. 315, 2020a. DOI: 10.3390/microorganisms8030315

JIANG, X.; LU, Y.; LIU, S.Q. Effects of pectinase treatment on the physicochemical and oenological properties of red dragon fruit wine fermented with *Torulaspora delbrueckii*. **LWT**, v. 132, p. 109929, 2020b. DOI: 10.1016/j.lwt.2020.109929

LEE, E.J.; MOON, Y.; KWEON, M. Processing suitability of healthful carbohydrates for potential sucrose replacement to produce muffins with staling retardation. **LWT**, p. 109565, 2020. DOI: 10.1016/j.lwt.2020.109565

LIAO, H.; ZHU, W.; ZHONG, K.; LIU, Y. Evaluation of colour stability of clear red pitaya juice treated by thermosonication. **LWT**, v. 121, p. 108997, 2020. DOI: 10.1016/j.lwt.2019.108997.

LIAOTRAKOON, W.; DE CLERCQ, N.; VAN HOED, V.; DEWETTINCK, H. Dragon Fruit (*Hylocereus* spp.) Seed Oils: Their Characterization and Stability Under Storage Conditions. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 90, p. 207–215, 2013. DOI: 10.1007/s11746-012-2151-6

LIM, H.K.; TAN, C.P.; KARIM, R.; ARIFFIN, A.A.; BAKAR, J. Chemical composition and DSC thermal properties of two species of *Hylocereus cacti* seed oil: *Hylocereus undatus* and *Hylocereus polyrhizus*. **Food Chemistry**, v.119, n. 4, p. 1326-1331, 2010. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.09.002

LIMA, C.A.D.; FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; COHEN, K.D.O.; GUIMARÃES, T.G. Características físico-químicas, polifenóis e flavonoides amarelos em frutos de espécies de pitaias comerciais e nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, p. 565-570, 2013a. DOI: 10.1590/S0100-29452013000200027

LIMA, C.A.D.; FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V. Diversidade genética intra e interespecífica de pitaya com base nas características físico-químicas de frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, V.35, N. 4, P. 1066-1072, 2013b. Doi: 10.1590/S0100-29452013000400018

LIMA, C.A.; FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BELLON, G. Avaliação de características físico-químicas de frutos de duas espécies de pitaya. **Revista Ceres**, V.61, N.3, P.377-383, 2014. Doi 10.1590/S0034- 737x2014000300012

LIN, X.; HU, X.; WANG, Q.; LI, C. Improved flavor profiles of red pitaya (*Hylocereus lemairei*) wine by controlling the inoculations of *Saccharomyces bayanus* and *Metschnikowia agaves* and the fermentation temperature. **Journal of Food Science and Technology-Mysore**, v. 57, n.12, p.4469–4480, 2020. DOI: 10.1007/s13197-020-04484-5

LIRA, S.M.; COELHO, L.C.; MARQUES, C.G.; HOLANDA, M.O.; DANTAS, J.B.; DA SILVA, G.S.; GUEDES, M.I.F. Caracterização fitoquímica dos extratos bruto e aquoso da polpa e da casca de pitaya vermelha (*Hylocereus polyrhizus*). In MATOS, R.R.S. da S.; ANDRADE, H.A.F. de; MACHADO, A.F. (Org.). **A face multidisciplinar das ciências agrárias 4**. Ponta Grossa: Atena, 2019. p. 67-78. DOI: 10.22533/at.ed.8851923128

LIU, Y.; SHI, J.; LANGRISH, T.A.G. Water-based extraction of pectin from flavedo and albedo of orange peels. **Chemical Engineering Journal**, v. 120, n. 3, p. 203-209, 2006. DOI:10.1016/j.cej.2006.02.015.

LIU, X.; DENG, J. Preparation of jam pitaya. In: **Applied Mechanics and Materials**. Trans Tech Publications Ltd, 2014. p. 1123-1127.

LOVATTO, M.T. **Agroindustrialização de frutas I**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico, Rede e-Tec Brasil, 2016.

MAGALHÃES, D.S.; RAMOS, J.D.; PIO, L.A.S.; BOAS, E.V.D.B.V.; PASQUAL, M.; RODRIGUES, F.A.; DOS SANTOS, V.A. Physical and physicochemical modifications of white-fleshed pitaya throughout its development. **Scientia Horticulturae**, v. 243, p. 537-543, 2019. DOI: 10.1016/j.scienta.2018.08.029

MAI, H.C. Application of cross-flow filtration technique in purification and concentration of juice from Vietnamese fruits. **Beverages**, v. 3, n. 3, p. 44, 2017. DOI: 10.3390/beverages3030044

MALDONADO, R.R.; ARAÚJO, L.C.; DARIVA, L.C.S.; REBAC, K.N.; PINTO, I.A.S.; PRADO, J.P.R.; AGUIAR-OLIVEIRA, E. Potential application of four types of tropical fruits in lactic fermentation. **LWT - Food Science and Technology**, v. 86, p. 254-260, 2017. DOI: 10.1016/j.lwt.2017.08.005

MASMOUDI, M.; BESBES, S.; BOUAZIZ, M.A.; KHLIFI, M.; YAHYAOU, D.; ATTIA, H. Optimization of acorn (*Quercus suber* L.) muffin formulations: Effect of using hydrocolloids by a mixture design approach. **Food Chemistry**, p. 127082, 2020. DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.127082

MAURICIO, T.S.; SOUZA, A.L.; BRITO, P.L.; CAMPOLINA, G.A.; PANTOJA, L.; CRUZ, M.C.M.; ROCHA, L.O.F.; SANTOS, A.S. Desenvolvimento de geleia de pitaia vermelha (*Hylocereus polyrhizus*). In: V Semana da Integração do Ensino, Pesquisa e Extensão, 2017, Diamantina, MG. **Anais...** Diamantina, MG: UFMJM, 2017.

MELLO, F.R.; BERNARDO, C.; DIAS, C.O.; GONZAGA, L.; AMANTE, E.R. FETT, R.; CANDIDO, L.M.B. Antioxidant properties, quantification and stability of betalains from pitaya (*Hylocereus undatus*) peel. **Ciência Rural** v.45 n. 2, p. 323-328. 2015. DOI:10.1590/0103-8478cr20140548.

MIZRAHI, Y. Vine-cacti pitayas - the new crops of the world. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 1, p. 124-138, 2014. DOI 10.1590/0100-2945-452/13

MRIDULA, D.; SAHA, D.; GUPTA, R.K.; BHADWAL, S.; BANA, M. Quality and storage stability of dehulled de-skinned groundnut meal-based muffins. **Agricultural Research**, p. 1-13, 2020. DOI: /10.1007/s40003-020-00497-w

MUFAS, A.H.M.; PERERA, O.D.A.N. Development of dragon fruit incorporated ice-cream. **Annual Academic Sessions**. Open University of Sri Lanka. 2012.

MUÑOZ-ALMAGRO, N., MONTILLA, A., VILLAMIEL, M. Role of pectin in the current trends towards low-glycaemic food consumption. **Food Research International**, 109851, 2020. DOI: 10.1016/j.foodres.2020.109851

NADERI, N.; STINTZING, F.C.; GHAZALI, H.M. Betalain extraction from *Hylocereus polyrhizus* for food coloring purposes. **Journal of the Professional Association for cactus Development**, Chapingo, v.18, p.143-154, 2010.

NERD, A.; GUTTMAN, F.; MIZRAHI, Y. Ripening and postharvest behaviour of fruits of two *Hylocereus* species (Cactaceae). **Postharvest Biology and Technology**, v.17, p.39- 45, 1999.

NIZORI, A. Study of red dragon fruit peel (*Hylocereus polyrhizus*) extract as natural food colorants to physicochemical properties of Pedada's jam as functional foods. In: **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**. IOP Publishing, 2020. p. 012012. DOI: 10.1088/1755-1315/519/1/012012

NUR 'ALIAA, A.R.; SITI MAZLINA, M.K.; TAIP, F.S.; LIEW ABDULLAH, A.G. Response surface optimization for clarification of white pitaya juice using a commercial enzyme. **Journal of Food Process Engineering**, v. 33, n. 2, p. 333-347, 2010. DOI: 10.1111/j.1745-4530.2008.00277.x

NUR 'ALIAA, A.R.; SITI MAZLINA, M.K.; TAIP, F.S. Effects of commercial pectinases application on selected properties of red pitaya juice. **Journal of Food Process Engineering**, v. 34, n. 5, p. 1523-1534, 2011. DOI: 10.1111/j.1745-4530.2009.00388.x

OCHOA-VELASCO, C.E.; BELTRÁN, J.A.G. Short-wave ultraviolet-C light effect on pitaya (*Stenocereus griseus*) juice inoculated with *Zygosaccharomyces bailii*. **Journal of Food Engineering**, v. 117, n. 1, p. 34-41, 2013. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2013.01.020

OLIVEIRA, F.M.; OLIVEIRA, R.M.; MACIEJEWSKI, P.; RAMM, A., MANICA-BERTO, R.; ZAMBIAZI, R.C. Aspectos físico-químicos de geleia de pitaiia em comparação com geleias de outras frutas vermelhas. **Revista da Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa-Congrega Urcamp**, p. 2756-2765, 2017.

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. DOI: 10.4238/2015.November.18.5

ORTIZ-HERNÁNDEZ, Y.D. **Hacia el conocimiento y conservación de la pitahaya (*Hylocereus* spp.)**. Oaxaca: IPN; SIBEJ; CONACYT; FMCN, 2000.

ORTIZ-HERNÁNDEZ, Y.D.; CARRILLO-SALAZAR, J.A. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a short review. **Comunicata Scientiae**, v.3. n.4, p.220-237, 2012. DOI: 10.14295/cs.v3i4.334

PANTOJA, L.; SANTOS, A.S.; PINTO, N.A.V.D. Polpas e sucos de frutas do Cerrado. In: VENTURINI FILHO, W.G. (Organizador). **Bebidas não alcoólicas**. 2ed.São Paulo: Blucher, 2018, v. 2, p. 279-293.

PEREIRA, W.L.; AZEREDO, L.S.; MARCELINO, L.B.; PORRECA, P.P.; SILVA, P.F.; BASTOS, S.F.; DOMINGUES, S.J.S. Corantes: naturais e artificiais. **Revista de trabalhos acadêmicos**. Universo Campos dos Goytacazes, v. 2, n. 6, 2017.

QUIROZ-GONZÁLEZ, B.; RODRIGUEZ-MARTINEZ, V.; WELTI-CHANES, J.; GARCÍA-MATEOS, M.D.R.; CORRALES-GARCÍA, J.; YBARRA-MONCADA, M.C.; LEYVA-RUELAS, G.; TORRES, J.A. Refrigerated storage of high hydrostatic pressure (HHP) treated pitaya (*Stenocereus pruinosus*) juice. **Revista Mexicana de Ingeniería Química**. v. 19, n. 1, p. 387-399, 2020. DOI: doi.org/10.24275/rmiq/Alim588

RABELO, J.M.; CRUZ, M.C.M.; SENA, C.G.; PANTOJA, L.; SANTOS, A.S.; REIS, L.A.C.; GUIMARÃES, A.G. Potassium fertilization in the quality improvement and centesimal composition of pitaya. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v.32. n. 9. 2020a. DOI: 10.9755/ejfa.2020.v32.i9.2146

RABELO, J.M.; CRUZ, M.C.M.; ALVES, D.A.; LIMA, J.E.; REIS, L.A.C.; SANTOS, N.C. Reproductive phenology of yellow pitaya in a high-altitude tropical region in Brazil. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 42, e43335, 2020b. DOI: 10.4025/actasciagron.v42i1.43335

RAHMATI, S.; ABDULLAH, A.; KANG, O.L. Effects of different microwave intensity on the extraction yield and physicochemical properties of pectin from dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peels. **Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre**, v. 18, p. 100186, 2019. DOI: US201900362307

RAMLI, N.S.; BROWN, L.; ISMAIL, P.; RAHMAT, A. Effects of red pitaya juice supplementation on cardiovascular and hepatic changes in high-carbohydrate, high-fat diet-induced metabolic syndrome rats. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 14, n. 1, p. 1-10, 2014. DOI: 10.1186/1472-6882-14-189

REBECCA, O.P.S.; ZULIANA, R.; BOYCE, A.N.; CHANDRAN, S. Determining pigment extraction efficiency and pigment stability dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*). **Journal of Biological Sciences**. v. 8, n. 7, p. 1174-1180, 2008. DOI: 10.3923/jbs.2008.1174.1180

REBOUÇAS, C.R.S. **Aplicação de corante natural obtido de extrato em pó da casca de pitaia em sorvete**. 2019. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. DOI: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/44962>

RODRIGUES, L.J. **Desenvolvimento e processamento mínimo de pitaia nativa (*Selenicereus setaceus* Rizz) do cerrado brasileiro**. 2010. 164 p.: il. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2010.

SANTOS, G.B.M.; DIONÍSIO, A.P.; MAGALHÃES, H.C.R.; DE ABREU, F.A.P.; LIRA, S.M.; DE LIMA, A.C.V.; ZOCCOLO, G.J. Effects of processing on the chemical, physicochemical, enzymatic, and volatile metabolic composition of pitaya (*Hylocereus polyrhizus* (FAC Weber) Britton & Rose). **Food Research International**, v. 127, p. 108710, 2020. DOI: 10.1016/j.foodres.2019.108710

SANTOS, M.D.; CASTRO, J.C.; MARDIGAN, L.P.; WATANABE, R.; LEMENTE, E. Características físico-químicas, compostos bioativos, atividade antioxidante e enzimática de frutos da pitáia (*Hylocereus undatus*). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 10, n. 1, p. 2081-2095, 2016. DOI: 10.3895/rbta.v10n2.1861

SARMENTE, N.N.; FERRARI, J.V. Avaliação do processamento e consumo de geleia utilizando duas variedades de pitaya no município de Jales, SP. In: VIII Sintagro - Simpósio Nacional de Tecnologia em Agronegócio, 2016, Jales, SP. **Anais... Jales**, 2016.

SARMENTO, J.D.A. **Qualidade, compostos bioativos e conservação da pitáia (*Hylocereus polyrhizus*) no semiárido brasileiro**. 2017. 145 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, RN, 2017. <http://repositorio.ufersa.edu.br/handle/tede/738>

SATO, S.T.A.; RIBEIRO, S.D.C.A.; SATO, M.K.; SOUZA, J.N.S. Caracterização física e físico-química de pitayas vermelhas (*Hylocereus costaricensis*) produzidas em três municípios paraenses. **Journal of Bioenergy and Food Science**, Macapá, v. 1, n. 2, p. 46–56, 2014. DOI: 10.18067/jbfs.v1i2.15

SHAHID, M.; ISLAM, S.; MOHAMMAD, F. Recent advancements in natural dye applications: a review. **Journal of Cleaner Production**, v. 53, p.310-331, 2013. DOI: 10.1016/j.jclepro.2013.03.031

SEW, C.C.; OSMAN, A.; NORANIZAN, M.A.; KARIM, R.; MOHAMAD BASRI, N.S. Effect of fruit maturity stages on juice and puree quality of red flesh pitaya (*Hylocereus polyrhizus*). In: **VII International Postharvest Symposium 1012**. 2012. p. 149-154. DOI: 10.17660/ActaHortic.2013.1012.13

SEYMOUR, G.B.; TAYLOUR, J.E.; TUCKEY, G.A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman e Hall, 454p, 1993.

SHAOLONG, C. **Preparation method of pitaya flower tea**. 2018. <https://patents.google.com/patent/CN103392854A/en>

SHIH, Y.T.; WANG, W.; HASENBECK, A.; STONE, D.; ZHAO, Y. Investigation of physicochemical, nutritional, and sensory qualities of muffins incorporated with dried brewer's spent grain flours as a source of dietary fiber and protein. **Journal of Food Science**, v. 85, n. 11, p. 3943-3953, 2020. DOI: doi.org/10.1111/1750-3841.15483

SIOW, L.F.; WONG, Y.M. Effect of juice concentration on storage stability, betacyanin degradation kinetics, and sensory acceptance of red-fleshed dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) juice. **International Journal of Food Properties**, v. 20, n. 3, p. 623-632, 2017. DOI: 10.1080/10942912.2016.1172086

SOUSA, E.M.P. **Extração, estabilidade, reologia e higroscopicidade do corante de pitaya (*Hylocereus costaricensis*)**. 2015. 148p. Tese (Doutorado em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia). Universidade Federal do Pará, UFPA, Pará, Brasil. 2015.

SOUZA, A.C.; FERNANDES, A.C.; SILVA, M.S.; SCHWAN, R.F.; DIAS, D.R. Antioxidant activities of tropical fruit wines. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 124, n. 4, p. 492-497, 2018. DOI: 10.1002/jib.511

STINTZING, F.C.; CARLE, R. Betalains-emerging prospects for food scientists. **Trends in Food Science & Technology**, v. 18, p. 514–525, 2007.

STINTZING, F.C.; CONRAD, J.; KLAIBER, I.; BEIFUSS, U.; CARLE, R. Structural investigations on betacyanin pigments by LC NMR and 2D NMR spectroscopy. **Phytochemistry**, v. 65, p. 415-422, 2004.

SCHWEIGGERT, R.M.; VILLALOBOS-GUTIÉRREZ, M.G.; ESQUIVEL, P.; CARLE, R. Development and optimization of low temperature enzyme-assisted liquefaction for the production of colouring foodstuff from purple pitaya (*Hylocereus* sp. [Weber] Britton & Rose). **European Food Research and Technology**, v. 230, p. 269–280, 2009. DOI: 10.1007/s00217-009-1167-0

STOLL, L.; FLÔRES, S.H.; THYS, R.C.S. Fibra de casca de laranja como substituto de gordura em pão de forma. **Ciência Rural**, v.45, n. 3, pp.567–573, 2015. DOI: 10.1590/0103-8478cr20131503

TORREZAN, R. **Doce em massa**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 68 p. – (Coleção Agroindústria Familiar).

TORREZAN, R. **Manual para a produção de geleias de frutas em escala industrial**. Rio de Janeiro: EMBRAPA - CTAA, 1998. 27 p. (EMBRAPA-CTAA. Documentos, 29).

UTPOTT, M.; DE ARAUJO, R.R.; VARGAS, C.G.; PAIVA, A.R.N.; TISCHER, B.; RIOS, A.O.; FLÔRES, S.H. Characterization and application of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) peel powder as a fat replacer in ice cream. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 44, n. 5, e14420, 2020. DOI: 10.1111/jfpp.14420

UTPOTT, M.; DICK, M.; RAMOS, J.C.; FERREIRA, R.S.; RIOS, A.O.; FLÔRES, S.H. Caracterização centesimal das pitayas de polpa vermelha (*Hylocereus polyrhizus*) e branca (*Hylocereus undatus*) produzidas no Rio Grande do Sul. In: 6º Simpósio de Segurança Alimentar, 2018, FAURGS, Gramado, RS. **Anais...** Gramado, RS. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2018a.

UTPOTT, M.; KRIGGER, S.; DIAS, C.Z.; THYS, R.C.S.; RIOS, A.O.; FLÔRES, S.H. Utilização da farinha da casca de pitaya vermelha (*Hylocereus polyrhizus*) como substituto de gordura em pães de forma. In: 6º Simpósio de Segurança Alimentar, 2018, FAURGS, Gramado, RS. **Anais...**Gramado, RS. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2018b.

VALENCIA-BOTÍN, A.J.; KOKUBU, H.; ORTÍZ-HERNÁNDEZ, Y.D. A brief overview on pitahaya (*Hylocereus* spp.) diseases. **Australasian Plant Pathology**, v. 42, n. 4, 437-440, 2013. DOI: 10.1007/s13313-012-0193-8

VERONA-RUIZ, A.; URCIA-CERNA, J.; PAUCAR-MENACHO, L.M. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos. **Scientia Agropecuaria**, v. 11, n. 3, p. 439-453, 2020. DOI: 10.17268/sci.agropecu.2020.03.16

VILAPLANA, R.; PÁEZ, D.; VALENCIA-CHAMORRO, S. Control of black rot caused by *Alternaria alternata* in yellow pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) through hot water dips. **LWT – Food Science and Technology**, v.82, p.162-169, 2017. DOI: doi.org/10.1016/j.lwt.2017.04.042

VILLALOBOS-GUTIÉRREZ, M.G.; SCHWEIGGERT, R.M.; CARLE, R.; ESQUIVEL, P. Chemical characterization of Central American pitaya (*Hylocereus* sp.) seeds and seed oil. **CyTA- Journal of Food**, v. 10, n. 1, p. 78-83, 2012. DOI:10.1080/19476337.2011.580063

WANG, J.; ROSELL, C.M.; BENEDITO DE BARBER, C. Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality. **Food Chemistry**, v. 79, n. 2, p.221–226, 2002. DOI: 10.1016/S0308-8146(02)00135-8

WICHAMANEE, Y.; ACHARAPHAN, M.; SANTAD, W. Effect of dragon fruit oligosaccharide, stabilizer and sucrose on physical and sensory quality of ice cream. **International Food Research Journal**, v. 23, n. 1, p. 269, 2016.

WICHIENTHOT, S.; JATUPORNPIPAT, M.; RASTALL, R.A. Oligosaccharides of pitaya (dragon fruit) flesh and their prebiotic properties. **Food Chemistry**. v. 120, n. 3, p. 850-7, 2010. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.11.026

WU, L.C.; HSU, H.W.; CHEN, Y.C.; CHIU, C.C.; LIN, Y.I.; HO, J.A.A. Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. **Food chemistry**, v. 95, n. 2, p. 319-327, 2006. DOI: 10.1016/j.foodchem.2005.01.002.

WYBRANIEC, S.; MIZRAHI, Y. Fruit flesh betacyanin pigments in *Hylocereus* cacti. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n.21, p. 6086-6089, 2002. DOI: 10.1021/jf020145k

WYBRANIEC, S.; NOWAK-WYDRA, B.; MITKA, K.; KOWALSKI, P.; MIZRAHI, Y. Minor betalains in fruits of *Hylocereus* species. **Phytochemistry**, v. 68, v.2, p. 251-259, 2007. DOI: 10.1016/j.phytochem.2006.10.002

YAH, A.R.C.; PEREIRA, S.S.; VELOZ, C.S.; SAÑUDO, R.B.; DUCH, E.S. Cambios físicos, químicos y sensoriales en frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante su desarrollo. **Revista Fitotecnia Mexicana**, v. 31, n. 1, p. 1-5, 2008.

YI, J.Y.; LYU, J.; BI, J.F.; ZHOU, L.Y.; ZHOU, M. Hot air drying and freeze-drying pre-treatments coupled to explosion puffing drying in terms of quality attributes of mango, pitaya, and papaya fruit chips. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 41, n. 6, p. e13300, 2017. DOI: 10.1111/jfpp.13300

YUSOF, Y.A.; MOHD SALLEH, F.S.; CHIN, N.L.; TALIB, R.A. The drying and tableting of pitaya powder. **Journal of Food Process Engineering**, v. 35, n. 5, p. 763-771, 2011. DOI: 10.1111/j.1745-4530.2010.00625.x

ZEA, L.P.; YUSOF, Y.A.; AZIZ, M.G.; LING, C.N.; AMIN, N.A.M. Compressibility and dissolution characteristics of mixed fruit tablets made from guava and pitaya fruit powders. **Powder technology**, v. 247, p. 112-119, 2013. DOI: 10.1016/j.powtec.2013.06.032

11 Cultivo orgânico

11.1 Panorama do cultivo da pitaia em Santa Catarina

Ricardo Sant'Anna Martins, Diego Adílio da Silva, Lidiane Camargo, Saymon Antônio Dela Bruna Zeferino, Diou Roger Ramos Spido

Estima-se que Santa Catarina possua área de 200 hectares com o cultivo da pitaia, situada principalmente no sul catarinense, de acordo com levantamentos preliminares da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI, 2020). O cultivo é realizado em pequenas propriedades rurais com mão-de-obra predominantemente familiar e o período de produção compreende os meses de dezembro a maio.

De acordo com o censo agropecuário (IBGE, 2017) cerca de 67% dos estabelecimentos rurais do estado de Santa Catarina são ocupados com a agricultura familiar e foi neste cenário que a pitaia se estabeleceu.

O cultivo em Santa Catarina iniciou em 2010, no Sul Catarinense, com objetivo de ser uma alternativa à cultura do tabaco (*Nicotiana tabacum*) e de diversificar as atividades na pequena propriedade rural. Atualmente, o Estado se destaca como segundo maior produtor de pitaia do Brasil, sendo o estado de São Paulo o primeiro (PROHORT, 2020).

A produção é comercializada principalmente por cooperativas da região, dentre elas a Cooperativa de Agricultura Familiar e Artesanato do Vale do Araranguá (Coopervalesul), sediada no município de Turvo, SC, e a Cooperativa Agroindustrial (Cooperja) de Jacinto Machado, SC. A produção de Santa Catarina é destinada a todo o território nacional, principalmente por meio de canais de comercialização como Ceasa/SC e Ceagesp/SP. De acordo com dados levantados pelas cooperativas, foram comercializadas mais de 1.000 toneladas de frutas na safra 2020/21 oriundas do Sul Catarinense.

11.2 Cultivo orgânico da pitaia

Neste curto intervalo de tempo que a pitaia vem sendo cultivada na região, percebeu-se que ela se adaptou muito bem ao cultivo orgânico, tanto pela rusticidade quanto pela adaptabilidade. Contribui para isso o fato de que a cultura não apresenta produtos fitossanitários registrados no Mapa, o que gerou a necessidade de buscar produtos biológicos como alternativa aos produtos químicos.

A carência de materiais técnicos e científicos na literatura em relação ao sistema de produção de pitaia também motivou os trabalhos de pesquisa e extensão com a cultura. Assim, a partir desses trabalhos que envolvem instituições públicas da região (Epagri, Uneagro, Instituto Federal) e cooperativas, buscou-se melhorar e aperfeiçoar as técnicas de cultivo bem como propor um sistema de produção específico para as condições de Santa Catarina, focado na adoção de tecnologias sustentáveis de produção, dentre elas, o sistema de cultivo orgânico.

Apesar de não haver um levantamento oficial da área de cultivo orgânico da pitaia na região, observou-se uma demanda crescente dos produtores pela certificação orgânica da fruta, movidos pelas oportunidades de agregação de valor e comercialização. Um

exemplo é a inclusão da pitaiá orgânica, de maior valor agregado, em feiras municipais e em cardápios da merenda escolar das redes de ensino municipal e estadual.

Para efeito de padronização, neste capítulo, será utilizado o termo “orgânico” como sinônimo de ecológico, agroecológico, biodinâmico, biológico, natural, sustentável, regenerativo e com base na permacultura, haja vista que a Lei nº 10.831 de dezembro de 2003, o Decreto nº 6.323 de 27 de dezembro de 2007 e a Instrução Normativa nº 18 de 20 de junho de 2014 apontam que a denominação engloba todas estas correntes.

Sobre a produção orgânica, considera-se como “sistema orgânico de produção agropecuária e industrial todo aquele em que se adotam tecnologias que otimizem o uso de recursos naturais e socioeconômicos respeitando a integridade cultural e tendo por objetivo a autossustentação no tempo e no espaço, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energias não renováveis e a eliminação do emprego de agrotóxicos e outros insumos artificiais tóxicos, organismos geneticamente modificados/OGMs/transgênicos, ou radiações ionizantes em qualquer fase do processo de produção, armazenamento e consumo, e entre os mesmos, privilegiando a preservação da saúde ambiental e humana, assegurando transparência em todos os estágios da produção e da transformação” (BRASIL, 2003).

Em relação ao manejo, assim como em outras culturas, o cultivo orgânico deve respeitar alguns componentes, conforme pontua Altieri (2001):

- a) manutenção de cobertura vegetal como meio eficaz de conservar o solo e a água;
- b) suprimento regular de matéria orgânica, obtido com a incorporação regular de matéria orgânica (esterco, composto) e promoção da atividade biológica do solo;
- c) mecanismos eficazes de reciclagem dos nutrientes, como consorciação com leguminosas, gramíneas e integração com pecuária;
- d) regulação e convívio com doenças e pragas: promoção do conforto da planta, manutenção da biodiversidade para conservação de inimigos naturais e nutrição equilibrada conforme demanda da planta.

11.3 Aspectos legais do Sistema de cultivo orgânico

É comum o pensamento que todo o cultivo agrícola realizado sem o uso de adubos químicos ou agrotóxicos seja considerado orgânico. No entanto, para ser reconhecida como orgânica a produção necessita ser certificada. Atualmente há três formas de certificação possíveis: a) **Controle Social**: não é obrigatória, desde que a relação de comércio seja direta, entre produtor e consumidor final. Outra exigência é garantir a rastreabilidade do produto e livre acesso à unidade produtiva. Além disso, a organização precisa estar cadastrada junto ao Mapa ou órgão equivalente conveniado; b) **Auditoria**: Nesse caso, antes de se credenciar junto ao Mapa, a certificadora necessita ser acreditada pelo Inmetro. A certificação em unidades de produção e comércio será então concedida por organismo de avaliação ao constatar a aplicação das normas e regulamentos de produção orgânica, seguindo ainda critérios reconhecidos mundialmente; c) **Sistema Participativo**: O organismo, com personalidade jurídica e credenciado junto ao Mapa, deve possuir uma

comissão de avaliação e um conselho de recursos, ambos constituídos por representantes do sistema. Estes podem ser produtores, comerciantes, consumidores, técnicos e organizações públicas ou privadas que atuam na rede de produção orgânica.

A Instrução Normativa nº 18, de 20 de junho de 2014, instituiu o selo único e obrigatório para todo produto certificado como orgânico no Brasil (Figura 1). A arte do selo é repassada pelo Mapa aos produtores de forma gratuita, por meio dos Organismos de Avaliação da Conformidade Orgânica credenciados.



Figura 1. Selos do Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade Orgânica

Fonte: BRASIL, 2014

11.4 Certificação participativa no Sul Catarinense

De acordo com dados de Bernardes & Amaral (2018), cerca de 29% das unidades produtivas do país estão ligadas à Organização Participativa de Avaliação da Conformidade Orgânica (OPAC). Na comparação entre as regiões brasileiras, a Região Sul se destaca com 52% dessas unidades no sistema participativo. A Associação Ecovida de Certificação Participativa é a maior responsável pelo sistema, atuando, além da certificação, na organização e comercialização junto às famílias rurais.

A Rede Ecovida de Agroecologia iniciou a sua formação em 1998 em Santa Catarina, o que pode explicar o seu sucesso no Estado, possuindo mais de 30 núcleos regionalizados (Figura 2). Esses núcleos, por sua vez, se subdividem em grupos, os quais se organizam com base em famílias produtoras, técnicos, consumidores, estudantes e organizações, formando uma espécie de “rede” (MEIRELLES, 2020).

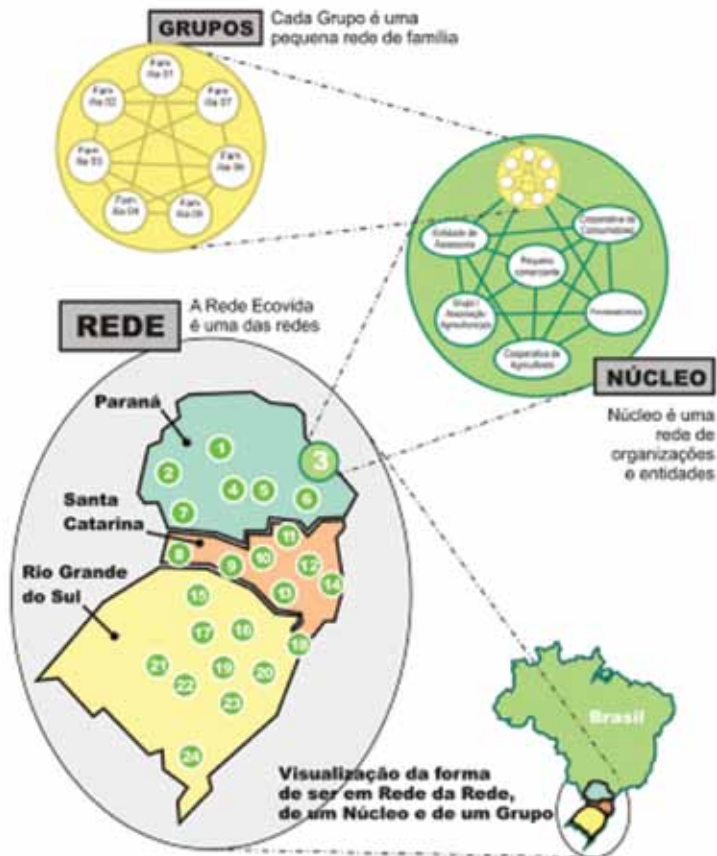


Figura 2. Estrutura de organização em grupos, núcleos e “rede” própria da Rede Ecológica

Fonte: ARL, 2007

No Sul Catarinense existem dois núcleos: o Serramar, formado por quatro grupos, sendo que um deles compõe o Grupo Frutos da Terra (Figura 3), e o Sul Catarinense, composto por 13 grupos, totalizando 22 municípios, aproximadamente, em função de características e conformação local.

Como uma organização, a Rede possui regras próprias em conformidade com a legislação e é constituída por coordenação e comissões. Os núcleos e os grupos funcionam da mesma forma e seguem a orientação da Rede discutida em plenária, mas podem agir de forma independente, definindo regras próprias, desde que não contrariem regras internas e a própria legislação. Periodicamente são realizados encontros do grupo, do núcleo ou da Rede, conforme o caso. Para que um produtor consiga certificar suas frutas pela Rede Ecológica, ele precisa passar por duas transições: dele próprio e de sua propriedade.

De modo geral, o produtor precisa de pelo menos um ano vivenciando a rede para se ambientar e compreender os seus princípios, entre outros aspectos. A propriedade precisa de um período de transição de 12 meses, se cultivada com espécies de plantas anuais e, 18 meses, se cultivada com espécies permanentes.

A partir dessas etapas, o produtor indicado e aceito pelo grupo ao qual faz parte receberá a visita da comissão de ética do grupo. Se ele for aprovado, a propriedade receberá a vistoria do conselho de ética do núcleo e só então estará apto à certificação, como o resultado final de um processo coletivo, baseado na confiança e na participação.



Figura 3. Reunião do Grupo Frutos da Terra/Núcleo Serramar sobre manejo da pitaita orgânica em Maracajá, SC

Foto: Ricardo Sant'Anna Martins, 2020

Ao longo do processo de transição e de preparação da família, alguns procedimentos precisam ser observados. Na propriedade são avaliados os pontos de risco, isolamento da área, barreiras de proteção, captação de água, práticas agroecológicas, uso de insumos, bem-estar da família, funcionários, meio ambiente, enfim, todos os pontos incluídos no plano de manejo e, juntamente com o caderno de campo (Figura 4), registram-se detalhes da unidade produtiva.

Para receber a certificação, o produtor de pitaita deve passar por todas as etapas e cumprir todos os requisitos. Esse rigor não garante só a procedência do produto, mas a credibilidade do grupo.



Documento
06

Associação Ecovida de Certificação Participativa - CNPJ-04.371.122/0001-45
Rua Francisco Hipólito Rolim, 317 – Sala 1A, Três Cachoeiras-RS CEP: 95530-000
Fone: (51) 3667-1516

CADERNO DE CAMPO PARA CONTROLE INTERNO DA PRODUÇÃO E QUALIDADE DO PRODUTO ORGÂNICO

CADERNO DE CAMPO – Safra: Ano 20...../20.....

Identificação do (a) Produtor (a):

Nome:
Endereço:
Nome do Grupo:
Núcleo:

1

FICHA DE CONTROLE DA AQUISIÇÃO DE INSUMOS

Data da compra ¹	Insumo	Quantidade adquirida	Finalidade do uso
/ /			
/ /			
/ /			

FICHA DE CONTROLE DE USO OU APLICAÇÃO DE INSUMOS

(adubos, fitossanitários, caldas, e outros)

Data da aplicação	Tipo de insumo	Quantidade usada	Espécie/Área
/ /			
/ /			
/ /			

¹ Guardar todas as notas fiscais de compra.

2

Figura 4. Modelo de Caderno de Campo da Rede Ecovida
Foto: Saymon A. Dela Bruna Zeferino, 2020

11.5 Aspectos do cultivo orgânico da pitaiá no Sul Catarinense

Os itens que serão tratados nesta seção estão embasados nos resultados dos trabalhos conduzidos nas propriedades rurais atendidas pela pesquisa e pela extensão rural de Santa Catarina, com tecnologias geradas por meio de capacitações e troca de conhecimentos entre produtores e técnicos.

11.5.1 Escolha e preparo da área

Antes de iniciar a implantação de pomares orgânicos de pitaiá, aconselha-se que seja feito o planejamento das atividades e etapas a serem realizadas, até porque por ser perene, o cultivo permanecerá por muitos anos. Lepsch et al. (2015) cita que o uso correto das terras, de acordo com a sua capacidade, é o primeiro passo em direção à agricultura correta. Desse modo, a escolha do local de instalação do pomar deve ser baseada na capacidade de uso do solo, tendo como base o relevo, a pedregosidade, a profundidade do solo, a presença de água, a posição em relação ao sol, entre outros fatores.

Após a escolha do local, deve ser realizada a coleta de amostra de solo, indicando-se a análise química e física do solo. O resultado da análise indicará a necessidade de calagem para aumento do valor do pH (no caso da pitaiá entre 6,0 a 6,5) e também os níveis de fertilidade do solo, principalmente de fósforo. As operações devem ocorrer em área total a fim de beneficiar o sistema como um todo. A elevação do pH do solo pode ser realizada com calcário, dolomítico ou calcítico, que dependerá dos teores de cálcio e magnésio que constam na análise de solo. A correção da fertilidade do solo pode ser realizada com a utilização de adubos orgânicos, fosfatos naturais e pó de rocha, ressaltando a necessidade da análise dos teores de nutrientes presentes nesses produtos e que sua eficiência agrônômica seja comprovada.

Após as operações de correção do pH é recomendada a implantação de plantas de cobertura, como será detalhado nos próximos tópicos. Esse sistema vem se consolidando em Santa Catarina, visto que o pomar pode ser instalado com uma boa cobertura de solo (Figura 5) que promove diversos benefícios, como a ciclagem de nutrientes, o incremento de matéria orgânica e o favorecimento do desenvolvimento da microbiota do solo.



Figura 5. Cobertura de solo com amendoim-forrageiro

Foto: Ricardo Sant'Anna Martins, 2020

Em relação à instalação do pomar, as recomendações seguem a mesma orientação do que é feito no cultivo convencional, como espaçamento, orientação solar e plantio das mudas. A exceção é em relação à adubação inicial, que deve seguir as normas das certificadoras, bem como os palanques, que não poderão receber tratamento químico. Portanto, recomenda-se a aquisição de palanques de concreto, cerne de madeira ou pedra.

11.5.2 Quebra-ventos e cordões vegetais

A instalação de quebra-ventos e cordões vegetais é de suma importância para a promoção de conforto às plantas e para a certificação orgânica do pomar. 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 instalados no Sul Catarinense, os quebra-ventos ou cordões vegetais mais utilizados são formados por Capim *cameroon* (*Pennisetum purpureum*) devido, principalmente, ao seu rápido estabelecimento. Entretanto, outras espécies, caracterizadas como “funcionais” podem ser utilizadas. Alguns exemplos são o hibisco (*Hibiscus rosa-sinensis*), espécie que serve de abrigo aos inimigos naturais e predadores e a Moringa (*Moringa oleifera*) (Figura 6A), espécie que permite incrementar a população de insetos benéficos e polinizadores no pomar.

A bananeira (*Musa spp.*), (Figura 6B) é outra alternativa interessante como quebra-vento e tem-se observado que a espécie é muito atrativa à abelha arapuá (*Trigona spinipes*) (DRUMOND et al., 2019), um inseto que causa danos significativos nos pomares de pitaia da região. Além disso, o uso de espécies frutíferas como quebra-vento também pode contribuir para o alimento da família e gerar excedente para comercialização.

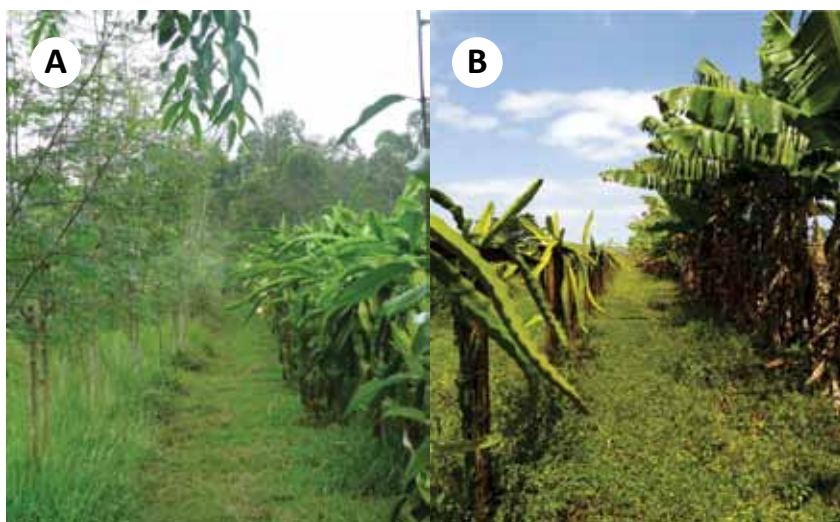


Figura 6. Cordão vegetal de *Moringa oleifera* (A) e quebra-vento de bananeiras (B)
Fotos: Ricardo Sant'Anna Martins, 2020

11.5.3 Adubação orgânica

Após a implantação do pomar, deve ser realizado o manejo nutricional, a fim de proporcionar a nutrição das plantas em condições adequadas. Em pomares jovens, até 2 anos de idade, é recomendado realizar a adubação de forma parcelada, de acordo com a análise de solo e geralmente, a cada 2 ou 3 meses, até atingir o pleno desenvolvimento vegetativo do pomar. Fontes orgânicas, como, por exemplo, cama de aves e esterco bovino, podem ser utilizadas (Figura 7).



Figura 7. Adubação orgânica com uso de cama de aves

Foto: Ricardo Sant'Anna Martins, 2020

Nos períodos de frio hibernal ou em regiões onde ocorrem invernos rigorosos, não é recomendado adubar o pomar com fontes que contêm nitrogênio para não estimular o metabolismo e o desenvolvimento vegetativo da planta. Nessa época do ano, os cladódios são suscetíveis a “queimaduras” (estresses oxidativos) em decorrência de baixas temperaturas e ventos frios. Essa recomendação é válida tanto para pomares jovens como adultos.

Em pomares adultos, a partir do terceiro ano, a adubação tem sido realizada em quatro parcelas. A primeira parcela na fase de brotação (agosto, setembro), a segunda na fase que antecede o primeiro florescimento, (novembro, dezembro), a terceira na fase de plena frutificação (fevereiro) e a última dose após o final da safra, geralmente nos meses de maio e junho. As doses são calibradas de acordo com análise de solo e tabela de adubação (LONE et al., 2020).

Os sinais apresentados pelas plantas são de fundamental relevância para definição das adubações. Esses sinais são caracterizados pela coloração dos cladódios das plantas (Figuras 8A e 8B). A deficiência de alguns nutrientes, como por exemplo o nitrogênio, é

evidenciada pela coloração amarelada das plantas (cladódios) (Figura 8A), indicando manejo nutricional inadequado, enquanto com o manejo nutricional adequado do pomar, brotações novas são emitidas com a coloração verde-clara (Figura 8B).



Figura 8. Pomar com plantas apresentando amarelecimento geral, indicando nutrição deficitária (A) e plantas com a emissão de cladódios de coloração verde-clara que se tornam verde-escuros de acordo com o desenvolvimento (B), indicando nutrição adequada
Fotos: Ricardo Sant'Anna Martins, 2020

11.5.4 Ciclagem de nutrientes e manejo de cladódios da poda

Uma forma de promover a ciclagem de nutrientes no pomar é a adição dos cladódios resultantes da poda de limpeza (final de safra) nas entrelinhas do pomar. Nos pomares orgânicos, os cladódios dispostos nas entrelinhas do pomar devem ser triturados com auxílio de roçadeiras, geralmente tratorizadas, favorecendo a ciclagem de nutrientes neles contidos, caracterizada pelo processo de decomposição da matéria orgânica e posterior mineralização de nutrientes no solo (Figuras 9A e 9B).

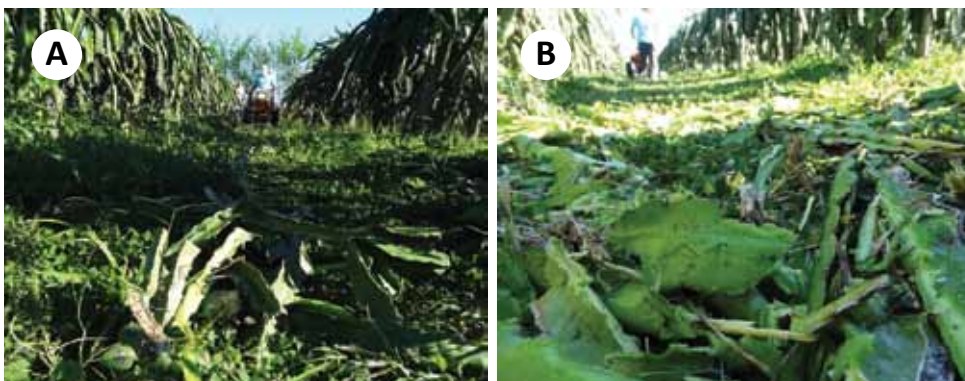


Figura 9. Amontoa de cladódios da poda de final de safra (A) e manejo de trituração de cladódios com roçadeira tratorizada (B)

Fonte: Ricardo Sant'Anna Martins, 2020

No município de Forquilha, SC, a produção de 6 toneladas de matéria seca por hectare foi estimada dos cladódios oriundos da poda em pomar de 5 anos de idade, com densidade de plantio de 2.000 plantas ha⁻¹. Esse material apresenta geralmente rápida decomposição, em torno de 20 dias, em virtude de apresentar baixa relação carbono nitrogênio C/N (4/1), conforme análises realizadas pelo Laboratório de Análise de Tecido Vegetal da Epagri de Caçador, SC.

Dessa forma, percebe-se a possibilidade de incrementar o teor de matéria orgânica e favorecer o desenvolvimento da comunidade microbiana do solo por meio da adição e ciclagem de nutrientes a partir desses resíduos, fatores essenciais em sistemas de cultivo orgânico. É importante salientar que os cladódios doentes ou com problemas fitossanitários devem ser retirados do local de produção e ser, preferencialmente, submetidos à compostagem.

11.5.5 Uso de plantas de cobertura

O manejo conservacionista do solo com o uso de plantas de cobertura é uma das principais premissas no cultivo orgânico da pitaia. As plantas de cobertura têm papel muito importante para a construção da fertilidade e a melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, pois contribuem para o aumento da matéria orgânica por

meio da decomposição da palhada gerada por essas plantas. Recomenda-se a adição de no mínimo $10\text{t MS ha}^{-1}\text{ ano}^{-1}$ para que isso ocorra (FAYAD et al., 2019).

Uma espécie muito utilizada nos pomares de pitaiá do Sul Catarinense é o amendoim-forrageiro (*Arachis pintoi*). O amendoim é uma leguminosa perene de estação quente, que vem se destacando na cobertura de solo dos pomares da região (Figura 10), principalmente devido ao porte rasteiro, rápida cobertura do solo, fixação de nitrogênio atmosférico, na ordem de 80kg N ha^{-1} a $300\text{kg de N ha}^{-1}$ (ASSIS et al., 2015) e adaptação ao microclima do pomar.



Figura 10. Cobertura de solo com amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*)

Foto: Ricardo Sant'Anna Martins, 2019

O amendoim como cobertura de solo apresenta funções importantes para a proteção e melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Isso se observa a partir do controle da erosão, melhoria da estrutura do solo, protegendo-o da compactação, manutenção da umidade e conforto térmico (Figura 11). Além disso, auxilia na movimentação e ciclagem de nutrientes, incrementa o teor de matéria orgânica, incorpora nitrogênio ao solo e serve de alimento e abrigo para os inimigos naturais de pragas (LIMA FILHO et al., 2014).

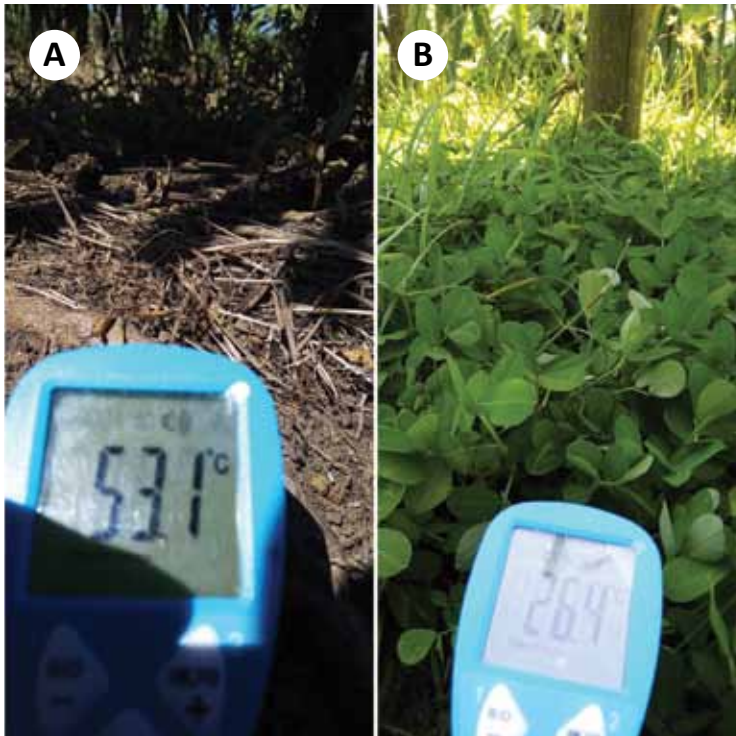


Figura 11. Temperatura em solo descoberto (A) e temperatura do solo com cobertura de amendoim-forrageiro (B)
Fotos: Ricardo Sant'Anna Martins, 2020

O amendoim-forrageiro pode ser implantado por sementeira direta ou vegetativamente, por meio de seu sistema radicular estolonífero. Na implantação por sementeira direta, o amendoim tem apresentado baixa taxa de emergência, em virtude de apresentar dormência nas sementes (ASSIS et al., 2015). Portanto, o plantio por meio de propagação vegetativa tem sido a técnica mais utilizada nos pomares de pitaia no Sul Catarinense.

Na implantação por meio de propagação vegetativa, o plantio deve ser realizado com estolões maduros em área total ou na fileira de plantio (em sulcos), pois o amendoim é uma espécie que se propaga rapidamente pela área do pomar. Recomenda-se o enterrio parcial de cerca de dois terços da muda, deixando o terço apical sem cobrir para realização de fotossíntese (Figura 12), e a posterior irrigação para melhor pegamento das mudas.

Nas condições de sul do Brasil, sugere-se realizar o plantio das mudas a partir da primavera/verão, em virtude de ser uma leguminosa que se desenvolve melhor nas estações quentes, com disponibilidade hídrica. Em relação ao manejo, deve-se roçar na época de plena floração do amendoim, para favorecer a ciclagem de nutrientes e auxiliar no incremento de matéria orgânica ao solo (LIMA FILHO et al., 2014).



Figura 12. Implantação vegetativa de amendoim-forrageiro (*Arachis pintoi*) por meio de estolões maduros

Foto: Ricardo Sant'Anna Martins, 2020

A espécie *Arachis pintoi* possui a capacidade de produzir em torno de 4,0 a 5,0 toneladas de matéria seca ($MS\ ha^{-1}\ ano^{-1}$), dessa forma, considerando em média 2% de nitrogênio na matéria seca (MIRANDA et al., 2003), estima-se uma oferta para o sistema de 100kg de nitrogênio/hectare.ano.

É importante destacar que o amendoim-forrageiro não compete na absorção de nutrientes e água com as raízes da pitaia, em virtude de apresentar sistema radicular pivotante, com capacidade de explorar profundidades de solo superiores a 30cm (VALENTIM et al., 2001). Portanto, a implantação do amendoim concomitantemente com as plantas de pitaia (Figura 13) não acarreta prejuízos ao desenvolvimento vegetativo do pomar.



Figura 13. Amendoim-forrageiro implantado simultaneamente com a pitaita
Foto: Ricardo Sant'Anna Martins, 2020

11.5.6 Sobressemeadura de espécies de inverno

É importante ressaltar que todo o sistema desenvolvido por meio da experiência com os produtores do Sul Catarinense está baseado no uso de plantas de cobertura perenes, seja com o amendoim-forrageiro, seja com espécies cultivadas ou plantas espontâneas. Observa-se que, além do amendoim-forrageiro, espécies perenes como a *Brachiaria* sp. e até mesmo as plantas espontâneas têm sido utilizadas com sucesso na cobertura de solo dos pomares da região.

No entanto, tem-se observado na região a paralisação do crescimento dessas espécies perenes nos meses mais frios do ano. Nesse sentido, uma técnica que vem sendo bastante utilizada é a sobressemeadura de espécies de inverno.

A sobressemeadura – técnica muito utilizada na pecuária – consiste no estabelecimento de culturas anuais de inverno sobre a cultura já formada de espécie perene (FERNANDES & VALOIS, 2020). Uma das principais vantagens da sobressemeadura de inverno no pomar é aumentar a produção de palhada (matéria orgânica) sem degradar ou eliminar a espécie perene existente, no caso o amendoim-forrageiro (Figura 14).

Nesta técnica a semente de espécies de inverno geralmente ocorre a partir dos meses de abril e maio, sendo realizada a lanço em toda a área do pomar. Em seguida, a semente de inverno é incorporada com o auxílio de um tronco de madeira ou mediante

a roçagem na cobertura preexistente, conforme ilustrado na Figura 14, a qual exemplifica a sobresemeadura de aveia-preta (*Avena strigosa* L.) no amendoim-forrageiro. Após completar o ciclo de desenvolvimento, geralmente na fase de grão leitoso para as gramíneas e pleno florescimento para as leguminosas, o material é acamado ou roçado e disposto na superfície do solo. A Tabela 1 contém exemplos das principais espécies utilizadas.



Figura 14. Incorporação de aveia-preta com o tronco de madeira
Foto: Ricardo Sant'Anna Martins, 2020

Tabela 1. Principais espécies vegetais de inverno recomendadas para a prática de sobresemeadura

Nome comum	Nome científico	Semeadura (Kg ha ⁻¹)*	Massa seca (t ha ⁻¹)	Época de plantio	N fixado (kg ha ⁻¹)
Aveia-branca	<i>Avena sativa</i>	80	2,5 a 7	Abril a Maio	-
Aveia-preta	<i>Avena strigosa</i>	80	2 a 8	Abril a Maio	-
Azevém	<i>Lolium multiflorum</i>	25	2 a 6	Abril a Maio	-
Ervilhaca	<i>Vicia sativa</i>	60	2 a 10	Abril a Maio	90 a 180
Nabo-forrageiro	<i>Raphanus sativus</i>	40	2 a 9	Abril a Maio	-

Fonte: Adaptado de CHERUBIN (2017) *Semeadura a lanço, em área total.

O manejo do acamamento ou da roçada na fase de intenso desenvolvimento das plantas de cobertura (Figura 15), geralmente no final do inverno, permite a deposição de matéria orgânica, a ciclagem de nutrientes e o estímulo ao desenvolvimento da atividade microbológica do solo, fatores essenciais para a construção da fertilidade. Além disso, o manejo de roçada nessa fase também propicia a rápida rebrota e o estabelecimento do amendoim-forrageiro nas condições de primavera e verão do sul do país.



Figura 15. Roçada da aveia-preta na fase de grão leitoso
Foto: Ricardo Sant'Anna Martins, 2020

De acordo com levantamentos realizados em pomares comerciais, localizados nos municípios de Forquilha e Içara em Santa Catarina, a produção de matéria seca (MS) por hectare de um coquetel de espécies de inverno, como aveia-preta, aveia-branca, centeio, nabo-forrageiro e nabo-pivotante (Figura 16) pode chegar a 7 toneladas MS ha⁻¹ ano⁻¹.



Figura 16. Coquetel composto por espécies vegetais de inverno
Foto: Ricardo Sant'Anna Martins, 2020

Tabela 2. Sugestão de coquetéis de plantas de cobertura de inverno e densidades de semeadura

Espécies	Densidade de semeadura (kg ha ⁻¹)*
Aveia-preta (<i>A. strigosa</i>) + Nabo forrageiro (<i>R. sativus</i>) + Ervilhaca (<i>V. sativa</i>)	25 + 8 + 20
Aveia-preta (<i>A. strigosa</i>) + Nabo forrageiro (<i>R. sativus</i>)	25 + 10
Aveia-preta (<i>A. strigosa</i>) + Ervilhaca (<i>V. sativa</i>)	25 + 40

Fonte: (Lone et al., 2020)

*Semeadura a lanço, em área total. No caso da ervilhaca (*Vicia sativa*), priorizar solos mais argilosos para sua implantação.

Conforme abordado, o solo deve ser mantido permanentemente coberto, de preferência associando o uso de espécies perenes e plantas de cobertura de inverno. O uso de plantas de cobertura, a adubação orgânica equilibrada, a instalação de cordões vegetais, quebra-ventos funcionais, o controle biológico e a manutenção das áreas de preservação permanente da propriedade rural visam promover o equilíbrio do agroecossistema do pomar e consolidar o sistema de cultivo orgânico da pitaia (Figura 17).



Figura 17. Bases para o equilíbrio agroecológico no pomar de pitaia

Fonte: Lone et. al, (2020)

11.5.7 Consorciação de hortaliças em pomares jovens

A consorciação de hortaliças visando diversificar e aproveitar o agroecossistema do pomar é outra prática conservacionista de uso do solo que pode ser utilizada em pomares jovens. Até o segundo ano de idade, o sistema radicular da pitaia concentra-se principalmente ao redor da estrutura de condução, portanto o cultivo de hortaliças ou de outras espécies nas entrelinhas do pomar não tem prejudicado o desenvolvimento da pitaia.

A consorciação em pomares de pitaia pode ser feita com plantas cultivadas comercialmente (Figura 18), principalmente olerícolas como batata-doce, melancia, feijão, abóbora, entre outras. As espécies utilizadas no consórcio promovem a cobertura do solo, o aproveitamento de área e a possibilidade de ganhos econômicos.



Figura 18. Pomar jovem de pitaia consorciado com feijão rasteiro

Foto: Ricardo Sant'Anna Martins, 2020

11.5.8 Integração de pitaia com pecuária

Uma experiência prática no extremo Sul Catarinense é a integração com bovinos em sistema de integração lavoura-pecuária. A utilização de espécies animais em sistemas orgânicos tem por finalidade diversificar e aumentar a complexidade do agroecossistema. Os bovinos auxiliam na roçada da cobertura vegetal, deposição de matéria orgânica, adubação e ciclagem de nutrientes ao sistema (Figura 19). Além disso, há a produção de leite e proteína animal que podem ser utilizados para alimentação humana.



Figura 19. Sistema de integração de pitaia com pecuária no município de Santa Rosa do Sul, SC
Foto: Ricardo Sant'Anna Martins, 2020

11.6 Processos de nutrição e proteção vegetal

Conforme mencionado anteriormente, um dos fundamentos da agricultura orgânica é estimular ciclos contínuos de nutrição, o conforto e a proteção das plantas e o equilíbrio do agroecossistema. A nutrição equilibrada torna as plantas mais saudáveis e produtivas e diminui o uso de insumos externos à propriedade.

Por outro lado, plantas com deficiência ou excesso de nutrientes estão predispostas a se tornarem alvos mais suscetíveis a pragas e doenças. Plantas muito verdes, com excesso de nitrogênio, apresentam em sua seiva aminoácidos livres, que atraem pragas e doenças, as quais podem interferir no seu desenvolvimento e produção (CHABOUSSOU, 1987).

Nos sistemas de produção orgânica, os nutrientes são fornecidos por meio de esterco e compostos fermentados, os quais são ricos em oligoelementos e substâncias de crescimento, fontes minerais de solubilidade lenta, enriquecidos ou não com biomassa microbiana. Esses insumos proporcionam um fornecimento equilibrado de nutrientes (macro e micronutrientes) às plantas (SOUZA & REZENDE, 2014).

Considerando os processos cíclicos, a proteção dá-se através da nutrição e da indução da resistência vegetal. Quando isso acontece, chamamos os produtos utilizados de **fertiprotetores**, que podem ser bióticos (biofertilizantes) ou abióticos (pó de rocha, calda bordalesa) ou de **protetores** quando agem diretamente no controle dos fitoparasitas, como os agentes de biocontrole, os extratos vegetais, entre outros. (FERNANDES, 2008).

11.6.1 Fertiprotetores bióticos: biofertilizante e microrganismos eficientes

O termo “bio” significa vida e “fertilizante” pode ser traduzido pelo o que fertiliza ou fecunda. Assim, biofertilizante é “a fertilização por meio da vida”. Silva et al., (2007) trazem a definição de que são “produtos naturais obtidos da fermentação de materiais orgânicos com água, na presença ou ausência de ar” (processos aeróbicos ou anaeróbicos, respectivamente).

Não existe uma receita padrão para o preparo de biofertilizante, de forma que ele pode ser adaptado à finalidade pretendida, como aumentar a resistência das plantas, por exemplo, utilizando plantas que contenham sílica, como a cavalinha (*Equisetum arvense*). Outro fator que pode ser considerado na elaboração é a disponibilidade de ingredientes na propriedade (esterco, leite, soro de leite, caldo de cana, cinzas, plantas, etc.), visando reduzir os custos de produção e a utilização de insumos externos. Entretanto, deve-se ficar atento à composição do biofertilizante, pois a sua utilização deve estar em conformidade para ser autorizada pela certificadora, principalmente quanto à aplicação em partes comestíveis da planta (BRASIL, 2016).

Uma receita bastante usada na Região Sul é a do biofertilizante Supermagro, por apresentar uma gama completa de macro e microelementos. Existe mais de uma versão na literatura, mas a que foi adotada é a que o Mapa indica (BRASIL, 2006), conforme apresentado abaixo.

Ingredientes para o preparo de 200 litros:

- 2kg de sulfato de zinco;
- 2kg de cloreto de cálcio;
- 2kg de sulfato de magnésio;
- 300g de sulfato de manganês;
- 50g de sulfato de cobalto;
- 100g de molibdato de sódio;
- 1kg de ácido bórico ou 1,5kg de bórax;
- 1,5kg cal hidratada;
- 8 litros de leite ou soro de leite;
- 8 litros de melação ou 4kg de açúcar mascavo;
- 200g de farinha de osso;
- 50kg de esterco fresco;
- Água para completar 200 litros do biofertilizante.

Modo de preparo:

<p>1º passo – 1º dia</p> <p>Num vasilhame de 200 litros colocar:</p> <ul style="list-style-type: none">- 30 litros de esterco fresco de vaca;- 1 litro de leite ou soro;- 500g de açúcar mascavo.	<p>6º passo - 24º dia</p> <p>Acrescentar no vasilhame:</p> <ul style="list-style-type: none">- Sulfato de cobalto diluído em água;- 1 litro de leite;- 500g de açúcar mascavo.
<p>2º passo - 4º dia</p> <p>Acrescentar no vasilhame:</p> <ul style="list-style-type: none">- Sulfato de zinco diluído em água;- 1 litro de leite;- 1 litro de melação.	<p>7º passo - 29º dia</p> <p>Acrescentar no vasilhame:</p> <ul style="list-style-type: none">- Molibdato de sódio diluído em água;- 1 litro de leite;- 500g de açúcar mascavo.
<p>3º passo - 9º dia</p> <p>Acrescentar no vasilhame:</p> <ul style="list-style-type: none">- Cloreto de cálcio diluído em água;- 500g de açúcar mascavo;- 200g de farinha de osso.	<p>8º passo - 34º dia</p> <p>Acrescentar no vasilhame:</p> <ul style="list-style-type: none">- Ácido bórico diluído em água;- 1 litro de leite;- 500g de melação.
<p>4º passo – 14º dia</p> <p>Acrescentar no vasilhame:</p> <ul style="list-style-type: none">- Sulfato de magnésio diluído em água;- 1 litro de leite;- 500g de açúcar mascavo.	<p>9º passo - 54º dia</p> <p>Acrescentar no vasilhame:</p> <ul style="list-style-type: none">-1,5kg de cal hidratada e misturar bem.
<p>5º passo – 19º dia</p> <p>Acrescentar no vasilhame:</p> <ul style="list-style-type: none">- Sulfato de manganês diluído em água;- 1 litro de leite;- 500g de açúcar mascavo.	<ul style="list-style-type: none">- Em todas as etapas misturar bem os ingredientes e agitar a mistura;- Aguardar a fermentação de 20 a 30 dias após o 9º passo.

A aplicação de biofertilizante deve ser vista como um complemento importante quando os sinais da planta indicarem necessidade. Dessa forma, a adubação do solo deve ser feita de acordo com o resultado da análise para suprir as necessidades de todo o sistema, normalmente. Nos pomares de pitaia tem-se recomendado o uso do Supermagro na concentração de 1 a 5%, sendo aplicado no intervalo das floradas e início da primavera.

Outro fertiprotetor que tem sido empregado no cultivo orgânico de pitaia é o preparado com microrganismos eficientes. Esse fertiprotetor foi desenvolvido há mais de 40 anos no Japão. Essa técnica consiste na captura de microrganismos do solo e sua multiplicação para serem pulverizados nas plantas, mudas ou no próprio solo (OLLE & WILLIAMS, 2013).

A captura desses microrganismos é variável, dependendo do material utilizado, da quantidade, da inoculação e do armazenamento, entre outros fatores. Recomenda-se cozinhar o arroz (sem sal) e depositá-lo em calhas de bambu para a captura em áreas de floresta nativa, seguindo os passos abaixo:

Captura de microrganismos eficientes do solo

1º passo: cozinhar 1kg de arroz polido sem sal;

2º passo: dividir o arroz cozido em recipientes de plástico, madeira ou bambu - cobrindo com uma tela fina. Importante que contenham furos para evitar acúmulo de água;

3º passo: colocar os recipientes na mata virgem, com a serapilheira por cima. Deixar 15 dias;

4º passo: após os 15 dias, o arroz deverá estar todo colonizado, com cores variadas (rosa, azul e amarelo) que indicam a presença dos microrganismos eficientes (regeneradores). Caso apareçam manchas escuras, melhor descartar, pois estes não são microrganismos desejáveis;

5º passo: distribuir o arroz colonizado em baldes com tampa ou recipientes de 2 ou 5 litros. Adicionar água potável sem cloro, 100 gramas de açúcar mascavo a cada litro de água. Fechar as embalagens e deixar à sombra por 15 dias. Diariamente, liberar o gás (abrir a tampa) armazenado nas embalagens.

A diluição da calda para pulverização nos cladódios deve ser feita na proporção de 1L para 1000L de água, durante todas as fases de desenvolvimento das plantas (Figura 20), ou de 1L para 100L de água para aplicação no solo, no esterco e nos biofertilizantes (Figura 21).

Olle & Williams (2013) descrevem os seguintes benefícios com o uso dos microrganismos eficientes:

- promoção da floração e frutificação das plantas;
- melhoria de aspectos físicos, químicos e biológicos do solo;
- supressão de patógenos e pragas;
- aumento na capacidade fotossintética;
- aumento na decomposição e mineralização da matéria orgânica;
- melhoria na germinação e desenvolvimento da planta.



Figura 20. Aplicação de biofertilizante líquido à base de dejetos bovinos
Foto: Ricardo Sant'Anna Martins, 2019



Figura 21. Aplicação de microrganismos eficientes em cama de aves
Foto: Ricardo Sant'Anna Martins, 2020

11.6.2 Fertiprotetores abióticos: calda bordalesa, sulfocálcica e pó de rocha

A calda bordalesa é considerada uma verdadeira “revolução agrônômica” pela capacidade de realizar proteossíntese e proteger a planta (CHABOUSSOU, 1987). Essa calda tem sido utilizada nos pomares de pitaiá com ação fungicida, bactericida e de nutrição, devido à simplicidade no preparo e ao baixo custo.

O preparo e aplicação da calda bordalesa estão explicitados em Brasil (2016). A calda é feita apenas com três ingredientes: sulfato de cobre, cal virgem e água.

Nos pomares de pitaiá, recomenda-se a aplicação na concentração de 1% a 3% no início do aparecimento de sintomas de doença. Evitar a utilização na fase final de enchimento das pitaiás, pois pode manchá-las. Também é importante salientar que cada certificadora especifica os limites e concentrações para a aplicação de caldas.

Um aspecto importante é o equilíbrio na relação N/Cu que deve ser de 1250/1 (PRIMAVESI, 1999). Logo, em pomares com baixa disponibilidade de nitrogênio, deve-se diminuir a concentração da calda. Hein (2001) afirma que a calda bordalesa a 0,1% já apresenta resultados na indução à resistência sistêmica, “agindo como um elicitador abiótico”.

A calda sulfocálcica segue o mesmo princípio da bordalesa. No entanto, recomenda-se que ela seja adquirida pronta, pois seu preparo requer mais cuidados. Nos pomares de pitaiá a calda pode ser aplicada tanto para o controle de fungos, ácaros, cochonilhas e outros insetos sugadores, quanto como um fertiprotetor, pois fornece enxofre e cálcio.

Entre os cuidados relacionados ao manejo da calda sulfocálcica está o intervalo de aplicação em relação a outras caldas, o qual sugere respeitar um intervalo mínimo de 15 dias após a aplicação da bordalesa ou de óleo mineral. Além disso, deve-se evitar a aplicação durante a floração, mas, se houver a necessidade, aplicar concentrações baixas entre 0,2 a 0,3 Bé (BRASIL, 2016).

A aplicação de pó de rocha (ou remineralizadores) é outra prática difundida nos pomares de pitaiá. Pinheiro & Barreto (1997) ponderam que esta técnica “modifica e resgata a saúde do solo, das plantas e do homem”, além de devolver para a natureza o que lhe é de direito, o próprio solo.

Por se tratar de uma rocha moída, a sua dissolução é lenta e complexa e depende de diversos fatores como granulometria, composição química e mineralógica da rocha, pH do solo e da atividade biológica deste (DETTMER et al., 2019). Por isso, é importante conhecer esses fatores. A regulamentação para a sua utilização é regida pela Lei 12.890 de 10 de dezembro de 2013, que estabelece que “remineralizador” é o material de origem mineral que sofreu apenas redução e classificação de tamanho por processos mecânicos e, quando utilizado na agricultura como fonte de adubo, altera os índices de fertilidade do solo por meio da adição de macro e micronutrientes às plantas, tendo como finalidade promover a melhoria das propriedades físicas, físico-químicas ou da atividade biológica do solo (BRASIL, 2013).

A aplicação pode ser feita via biofertilizante ou no solo. O ideal, no último caso, é espalhar em toda a área e fazer a incorporação, de forma a aumentar a superfície de contato entre o remineralizador e o maior volume de solo possível. No caso dos pomares já implantados, depositar o produto na projeção da copa, numa quantidade equivalente a

2 toneladas por hectare (PINHEIRO & BARRETO, 1997). Se for aplicado no biofertilizante, pode-se utilizar 3kg de pó de rocha em 100 litros de água, complementado com 25kg de esterco, 4kg de açúcar mascavo e 4 litros de leite. Em 30 dias, com a agitação diária o preparado estará pronto. Quanto à aplicação, adicionar 200mL da calda para cada 20 litros de água, em todas as fases de desenvolvimento da planta.

11.6.3 Protetores para controle de pragas

Ana Maria Primavesi, professora precursora da agroecologia no Brasil, afirmou que as plantas acometidas por parasitas estão doentes antes mesmo de serem atacadas por eles (PRIMAVESI apud HEIN, 2001). E que qualquer inseticida, quer seja químico, biológico ou orgânico, sempre deixa resíduos e, ainda que consiga eliminar os parasitas, não consegue curar a planta. No entanto, os autores ponderam que a utilização de inseticidas orgânicos ou biológicos é o início da conscientização e de abandono do “enfoque fatorial”, que se resume ao combate aos sintomas, para o controle das causas e prevenção dos sintomas. Enquanto esses inseticidas não estão disponíveis, alguns preparados para o controle das principais pragas como cochonilhas, pulgões, percevejos e formigas podem ser utilizados nos cultivos de pitaiá. Contudo, é importante lembrar que as certificadoras devem aprovar a aplicação desses protetores no manejo dos pomares.

Cabe ressaltar que até o presente momento não existem produtos registrados para controle de pragas e doenças nos pomares de pitaiá, assim como não aparece a pitaiá no menu de seleção “cultura” no sistema de agrotóxicos fitossanitários do site do Mapa (AGROFIT, 2022). Esse fato reforça a importância de estudar e experimentar métodos alternativos. O óleo de nim é o inseticida mais comercializado em lojas especializadas. Entretanto, outras receitas podem ser preparadas para aplicação em plantas atacadas pelas pragas citadas (BRASIL, 2016), tendo como princípio a eficiência e o baixo custo, entre as quais podem ser citadas:

Macerado de pimenta-vermelha: esmagar 500g de pimenta-vermelha, cobrir com água e deixar descansar por 24 horas. Após este período, coar, adicionar água até completar 4 litros e misturar 5 colheres de café de sabão em pó. Para pulverização nas plantas colocar 200mL da solução para cada litro de água.

Alho: 1kg de alho, 5 litros de água, 100g de sabão neutro e 20 colheres de óleo mineral. Amassar o alho e o óleo e deixar descansar por 24 horas. Dissolver o sabão na água quente e misturar tudo. Para pulverização nas plantas adicionar 1 litro da calda para cada 20 litros de água. Evitar aplicar no período de colheita, para não deixar odor nos frutos.

Fumo, álcool e sabão: Triturar 100g de fumo em 1 litro de álcool, com 100 gramas de sabão picado e deixar descansar 2 dias. Após esse período diluir a mistura em 15 litros de água e guardar em lugar escuro e fresco. Para pulverização nas plantas adicionar 200mL da solução em 15 litros de água.

11.7 Desafios para o cultivo orgânico

Assim como outras culturas, o cultivo orgânico da pitaia tem sido aperfeiçoado à medida que se adapta às condições tecnológicas e operacionais (mão de obra) das propriedades rurais. Os produtores do Sul Catarinense, apoiados pela extensão rural, cooperativas e outras instituições envolvidas com o desenvolvimento rural, criaram canais de comunicação de troca de experiências e compartilharam bons resultados. É um trabalho cíclico que envolve constante pesquisa, desenvolvimento e inovação. No entanto, o que permanece é a constante necessidade de produzir com alta eficiência e baixo custo, com adoção e difusão de tecnologias sustentáveis de produção.

REFERÊNCIAS

AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.** Disponível em: http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 10/02/2022.

ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável.** Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2001. 110p

ARL, V. **Uma identidade que se constrói em rede: Rede Ecovida de Agroecologia. Caderno de Formação 01.** Lapa, Rede Ecovida de Agroecologia. 2007.

ASSIS, G.M.L.; KRZYZANOWSKI, F.C.; SILVA, D.A.; AZEVEDO, H.N. **Superação de Dormência em Sementes de Amendoim Forrageiro cv. BRS Mandobi.** Rio Branco, AC: Embrapa, 2015. 7p. (Embrapa. Circular Técnica, 70).

BERNARDES, R.M.; AMARAL, E.R. **Levantamento da produção orgânica em Santa Catarina.** São José, SC: MAPA, 2018. 20p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Fichas Agroecológicas: tecnologias apropriadas para a produção orgânica/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Mobilidade Social, do Produtor Rural e do Cooperativismo.** Brasília: MAPA, 2016. 217p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2003. Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003. **Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências.** http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/l10.831.htm. Acesso em 04/11/2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2014. **Instrução Normativa nº 18, de 20 de junho de 2014. Institui o selo único oficial do Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade Orgânica, e estabelece os requisitos para a sua utilização.** Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/legislacao/portugues/instrucao-normativa-no-50-de-05-de-novembro-de-2009-selo-federal-do-sisorg.pdf/view>. Acesso em: 04/11/2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Lei Nº 12.890, de 10 de dezembro de 2013. **Altera a Lei n o 6.894, de 16 de dezembro de 1980, para incluir os remineralizadores como uma categoria de insumo destinado à agricultura, e dá outras providências.** Disponível em <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2013/lei-12890-10-dezembro-2013-777603-norma-pl.html> Acesso em: 20/10/2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2020. **Agrofit.** Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 30/11/2020.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da trofobiose**. Porto Alegre: L&PM, 1987. 256p.

CHERUBIN, N. **Por que fazer adubação verde?** RPA News, Ribeirão Preto, ed. 187, 01 fev. 2017. Disponível em: <https://revistarpanews.com.br/por-que-fazeradubacaoverde>. Acesso em: 14/04/2020.

DETTMER, C.A.; ABREU, U.G.P. de; GUILHERME, D. de O.; DETTMER, T.L.; MOL, D.; SANTOS, M.H. da R. **Agricultura e inovação: estudo sobre a viabilidade de uso do “pó de rocha” em sistemas de produção agrícola**. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/209401/1/Agricultura-inovacao-2019.pdf/>. Acesso em 26/11/2020.

DRUMOND, P.M.; RIBEIRO, M. de F.; KIILL, L.H.P.; SANTOS, R.S. **Aprendendo a conviver com as abelhas-arapuás em sistemas agrícolas**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2019. 35 p.: il. – (Documentos / Embrapa Acre, ISSN 0104-9046; 158).

EPAGRI. **Balço Social 2020**. Florianópolis, 2020. 32p. (Epagri, Documentos, 335).

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. 522p.

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

FERNANDES, M.C.A. **Defensivos alternativos**. Niterói: Programa Rio Rural, Manual Técnico, 2008. 17p.

HEIN, M. **Aspectos práticos e tendências no uso de fertiprotetores. Resumos do 1º Encontro de Processos de Proteção de Plantas: controle ecológico de pragas e doenças**. Botucatu: Agroecológica, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA/IBGE. **Censo agropecuário 2017 - Resultados Preliminares [internet]. Rio de Janeiro: IBGE**; Disponível em: https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/index.html. Acessado em: 03/11/2020.

LEPSCH, I.F.; ESPINDOLA, C.R.; VISCHI FILHO, O.J.; HERNANI, L.C.; SIQUEIRA, D.S. **Manual para levantamento utilitário e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015. 170 p.

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.

LONE, A.B.; BELTRAME, A.B.; SILVA, D.A.; GUIMARÃES, G.G.F.; HARO, M.M.; MARTINS, R.S. **Cultivo de Pitaia**. Florianópolis, 2020. 44p. (Epagri. Boletim Técnico, 196).

MEIRELLES, L. **Formação em SPG - Etapa IV - Laércio Meirelles - A Rede Ecovida de Agroecologia**. 2020. (60min13s). Disponível em: <https://youtu.be/gRmuZMW3Njo> Acesso em: 06 de nov. 2020.

MIRANDA, C.H.B.; VIEIRA, A.; CADISCH, G. Determinação da fixação biológica de nitrogênio no amendoim forrageiro (*Arachis spp.*) por intermédio da abundância natural de N. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1859- 1865, 2003. DOI: 0.1590/S1516-35982003000800008

OLLE, M.; WILLIAMS, I.H. Effective microorganisms and their influence on vegetable production: A review. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 88, n. 4, p. 380 - 386, 2013. DOI: 10.1080/14620316.2013.11512979

PINHEIRO, S. BARRETO, S.B. **MB-4: agricultura sustentável, trofobiose e biofertilizantes**. Fundação Juquira Candiru. Florianópolis, 1997. 269p.

PRIMAVESI, A.M. **Relação ambiente, biodiversidade e equilíbrio ecológico na citricultura sustentável**. Limeira: Agroecológica. 1999. 76 p.

PROHORT. **Programa Brasileiro de Modernização do Mercado de Hortigranjeiro**. Ministério da Agricultura. 2020. Disponível em: <http://dw.ceasa.gov.br/> Acesso em: 20/11/2021

SILVA, A.F.; PINTO, J.M.; FRANÇA, C.R.R.S.; FERNANDES, S.C.; GOMES, T.C.A.; SILVA, M.S.L.; MATOS, A.N.B.; **Preparo e uso de biofertilizantes líquidos**. Petrolina, PE. 2007. 4p. (Embrapa, Comunicado Técnico, 130).

SOUZA, J.L.; RESENDE P. **Manual de Horticultura Orgânica**. 3. ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2014. 841 p.

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. 18p.



www.epagri.sc.gov.br



www.youtube.com/epagritv



www.facebook.com/epagri



www.twitter.com/epagrioficial



www.instagram.com/epagri



linkedin.com/company/epagri



<http://publicacoes.epagri.sc.gov.br>