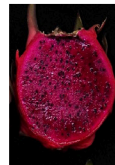
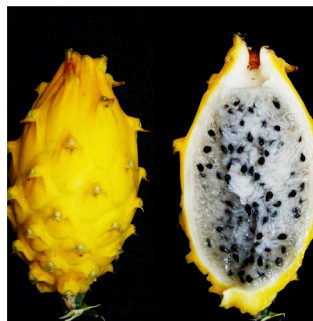


Pitayas

Atividades de pesquisa, desenvolvimento
e inovação na Embrapa Cerrados



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

DOCUMENTOS 374

Pitayas

Atividades de pesquisa, desenvolvimento
e inovação na Embrapa Cerrados

*Fábio Gelape Faleiro
Nilton Tadeu Vilela Junqueira*

***Embrapa Cerrados
Planaltina, DF
2021***

Exemplar desta publicação disponível gratuitamente no link: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br> (Digite o título e clique em “Pesquisar”)

Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília / Fortaleza
Caixa Postal 08223
CEP 73310-970, Planaltina, DF
Fone: (61) 3388-9898
embrapa.br/cerrados
embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações da Unidade

Presidente
Lineu Neiva Rodrigues

Secretária-executiva
Alessandra Duarte de Oliveira

Secretária
Alessandra Silva Gelape Faleiro

Membros
*Alessandra Silva Gelape Faleiro;
Alexandre Specht; Edson Eyji Sano;
Fábio Gelape Faleiro; Gustavo José Braga;
Jussara Flores de Oliveira Arbues;
Kleberson Worsley Souza;
Maria Madalena Rinaldi;
Shirley da Luz Soares Araujo*

Supervisão editorial
Jussara Flores de Oliveira Arbues

Revisão de texto
Jaime Arbues Carneiro

Normalização bibliográfica
Shirley da Luz Soares Araújo

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica e
tratamento das ilustrações
Wellington Cavalcanti

Fotos da capa
Conforme informado no documento

Impressão e acabamento
Alexandre Moreira Veloso

1ª edição
1ª impressão (2021): tiragem (30 exemplares)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Embrapa Cerrados

F187 Faleiro, Fábio Gelape.

Pitayas: atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação na Embrapa Cerrados / Fábio Gelape Faleiro e Nilton Tadeu Vilela Junqueira. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2021.

62 p. (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111, ISSN online 2176-5081, 374).

1. Cactacea. 2. Pitaya. 3. Pesquisa. I. Junqueira, Nilton Tadeu Vilela. II. Título. III. Série.

CDD (21 ed.) 634.4

Autores

Fábio Gelape Faleiro

Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

Nilton Tadeu Vilela Junqueira

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

Apresentação

O cultivo das pitayas no Brasil e no mundo é muito recente, mas já é considerado uma alternativa muito promissora para os fruticultores. As atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação (P&D&I) com as pitayas na Embrapa foram iniciadas no início da década de 1990. Os temas trabalhados nestas atividades envolvem a conservação, caracterização e uso de recursos genéticos, a domesticação e melhoramento genético das espécies com maior potencial comercial, os ajustes no sistema de produção (propagação, preparo do solo, adubação, tutoramento das plantas, irrigação, podas, polinização, etc.) e a agregação de valor com o desenvolvimento de produtos a partir das diferentes partes do fruto. Neste documento, é apresentado um histórico das principais atividades de P&D&I que foram realizadas pela Embrapa Cerrados e parceiros visando ao desenvolvimento de soluções tecnológicas para o fortalecimento da cadeia produtiva das pitayas no Cerrado e em outras regiões do Brasil.

Sebastião Pedro da Silva Neto
Chefe-Geral da Embrapa Cerrados

Sumário

Introdução.....	9
Início das pesquisas com pitayas na Embrapa	10
Principais projetos de P&D&I envolvendo as pitayas na Embrapa	15
Principais resultados e tecnologias relacionadas ao melhoramento genético	20
Cultivares desenvolvidas.....	35
BRS Lua do Cerrado (BRS LC).....	35
BRS Luz do Cerrado (BRS LZC).....	36
BRS Minipitaya do Cerrado (BRS MPC)	37
BRS Granada do Cerrado (BRS GC).....	38
BRS Âmbar do Cerrado (BRS AC).....	40
Registro, proteção e lançamento de cultivares geneticamente superiores ..	41
Principais resultados e recomendações técnicas para o sistema de produção.....	43
Desenvolvimento da cadeia produtiva e agregação de valor.....	55
Considerações finais	59
Referências	60

Introdução

A pitaya é uma fruta conhecida mundialmente como *Dragon Fruit* ou Fruta-do-Dracão. Essa fruteira pertence à família Cactaceae, a qual possui aproximadamente cem gêneros e 1,5 mil espécies, originárias da América com os principais centros de diversidade localizados em regiões áridas e semiáridas do sudoeste dos Estados Unidos, México e vários países Sul-americanos como Peru, Argentina, Chile e Brasil (Barthlott; Hunt, 1993). No Brasil, encontramos espécies de Cactaceae em vários biomas, principalmente na Caatinga e no Cerrado. O Cerrado brasileiro pode ser considerado um centro de dispersão das pitayas, as quais são encontradas vegetando naturalmente em maciços rochosos, troncos de árvores, solos arenosos, campos rupestres e em áreas de transição com outros biomas brasileiros (Junqueira et al., 2002).

Os frutos das pitayas podem apresentar características diversificadas de acordo com a espécie, entre as quais são mais conhecidas a *Selenicereus undatus* (Haw.) D.R.Hunt sin. *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton e Rose (frutos com casca vermelha e polpa branca), *Selenicereus costaricensis* (F.A.C.Weber) S.Arias & N.Korotkova ex Hammel sin. *Hylocereus costaricensis* Britton e Rose (frutos com casca vermelha e polpa vermelha), *Selenicereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran (frutos com casca amarela com espinhos e polpa branca) e *Selenicereus setaceus* (Salm-Dyck ex DC.) A.Berger ex Werderm (frutos com casca vermelha com espinhos e polpa branca) (Faleiro et al., 2021). O gênero *Selenicereus* é o mais importante comercialmente e as espécies *S. undatus* e *S. megalanthus* são as espécies mais cultivadas no mundo (Lima, 2013). A espécie *S. undatus* tem um destaque comercial devido à sua alta produtividade e produção de frutos grandes e a espécie *S. megalanthus* por produzir frutos com uma polpa muito doce.

No Brasil, a pitaya é considerada uma fruta exótica pelo fato de ainda ser pouco conhecida e comercializada principalmente em nichos de mercado de frutos especiais de alto valor agregado. A pitaya não pode ser considerada exótica pois existem espécies nativas no Brasil, com destaque para a *Selenicereus setaceus*, também conhecida como pitaya-do-cerrado, minipitaya, baby ou saborosa. Segundo Junqueira et al. (2002), esta espécie é encontrada naturalmente no Cerrado e cultivada em muitas fazendas antigas sobre muros, troncos de árvores e cercas porque era utilizada para fins alimentares, ornamentais e medicinais.

Apesar dos relatos históricos de cultivo de pitayas nativas, o cultivo comercial das pitayas no Brasil é muito recente. O primeiro registro de comercialização de pitayas em centrais de abastecimento no Brasil foi em 2005, com uma quantidade de 54 kg no Rio de Janeiro, de forma que os primeiros pomares comerciais de pitaya no Brasil foram estabelecidos no início dos anos 2000. O cultivo comercial de pitayas no mundo também é muito recente, possivelmente no início da década de 1990 em países Americanos e Asiáticos. Apesar de ser um cultivo muito recente, as pitayas vêm conquistando os produtores e consumidores no Brasil e no mundo, pelo fato dos frutos terem alto valor agregado e possuírem polpa rica em fibras, compostos antioxidantes, com excelentes qualidades digestivas e de baixo teor calórico (Doce sabor do cacto, 2015; Cultivo de pitaya pode render bons lucros, 2017).

Considerando todo o potencial das pitayas nativas e exóticas para diversificar a fonte de renda dos fruticultores, ofertar alimentos de alta qualidade para os consumidores e também alternativas de uso ornamental e medicinal, a Embrapa iniciou, na década de 1990, ações de pesquisa, desenvolvimento e inovação (P&D&I) com as pitayas. Ao longo de mais de 20 anos de trabalho, importantes avanços foram obtidos na conservação, caracterização e uso de recursos genéticos, na domesticação e melhoramento genético das espécies com maior potencial comercial, nos ajustes no sistema de produção e na agregação de valor com o desenvolvimento de produtos a partir das diferentes partes do fruto. Neste documento é apresentado um histórico das principais atividades de P&D&I realizadas na Embrapa Cerrados e parceiros visando ao desenvolvimento de soluções tecnológicas para o fortalecimento da cadeia produtiva das pitayas no Cerrado e em outras regiões do Brasil.

Início das pesquisas com pitayas na Embrapa

As primeiras atividades de pesquisa sobre as pitayas no Brasil, tendo em vista o desenvolvimento da cadeia produtiva desta fruteira, tiveram início na década de 1990 na Embrapa Cerrados, unidade da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária localizada em Planaltina, DF. Antes de qualquer registro de cultivo comercial de pitaya no Brasil, o pesquisador da Embrapa, Dr. Nilton Tadeu Vilela Junqueira, realizou expedições para coleta de recursos genéticos que vegetam naturalmente na região do Cerrado e em áreas de transição com a Amazônia, Mata Atlântica e Caatinga (Figura 1). Foram também coletados recursos genéticos conservados e utilizados em fazendas

tradicionais. Como resultado desse trabalho, foi montado, em 1996, o primeiro Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de Pitaya do Brasil com o objetivo de caracterizar o potencial agrônômico e comercial das principais espécies de pitaya (Figura 2).

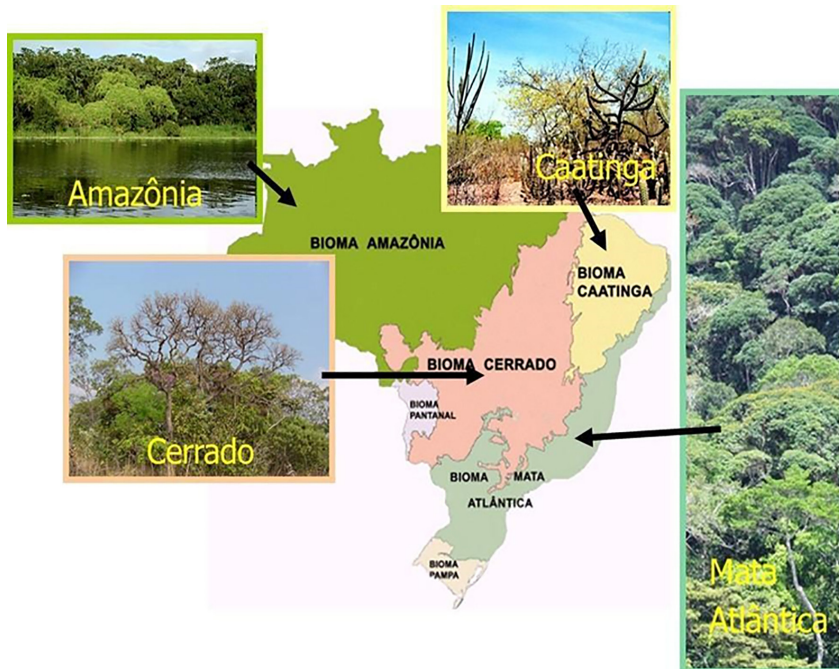


Figura 1. Regiões de coletas de recursos genéticos de pitayas no Brasil.

Fonte: Embrapa, divulgação.

Foto: Nilton Tadeu Vilela Junqueira



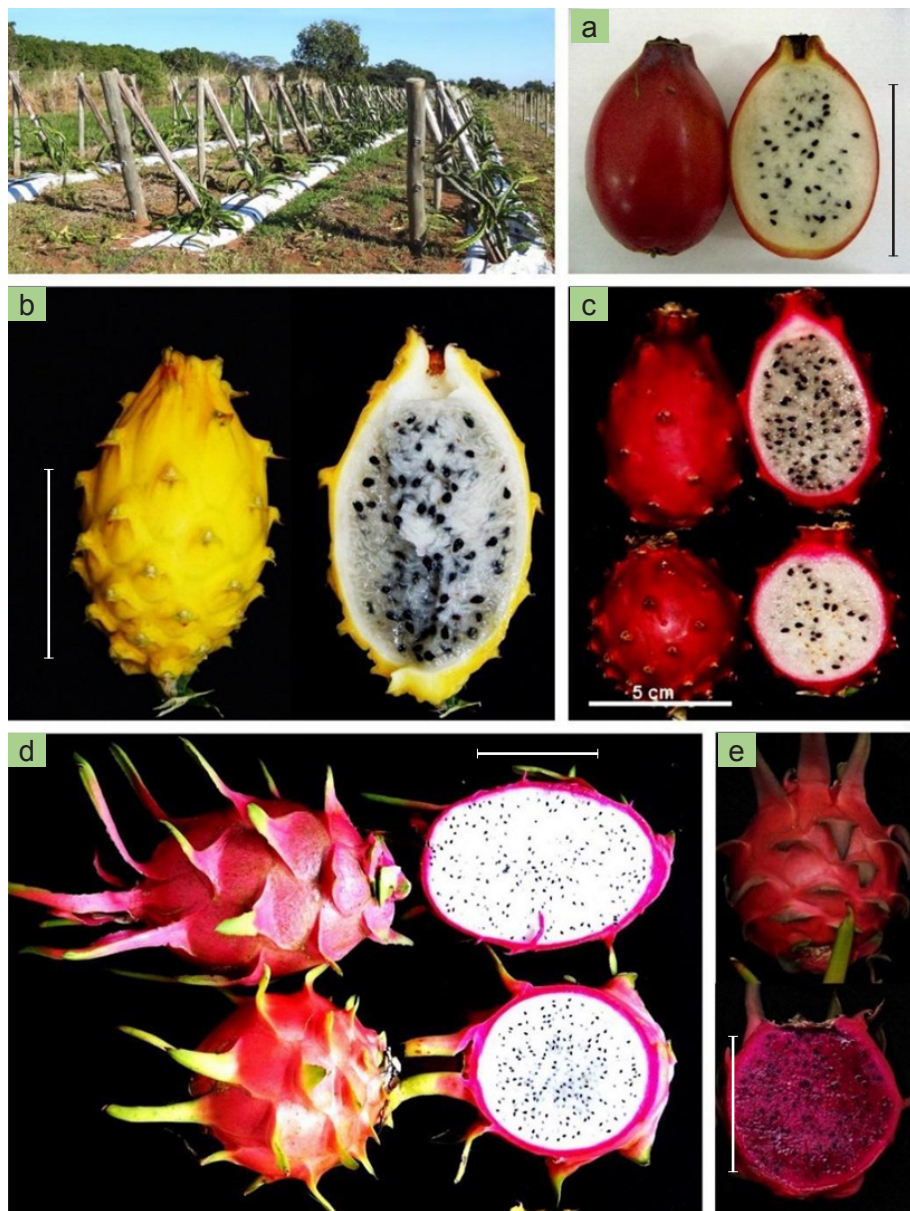
Foto: Fábio Gelape Faleiro

Figura 2. Recursos genéticos de pitayas vegetando naturalmente na região do Cerrado e Primeiro Banco Ativo de Germoplasma de Pitaya na Embrapa.

O BAG de pitaya 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. Muitos destes acessos não se desenvolveram bem nas condições experimentais da Embrapa Cerrados (Coordenadas geográficas: 15° 35' 34,42" S e 47° 43' 53,41" W). Nos anos 2000, o número de acessos foi reduzido para aproximadamente 50, porque as ações de pesquisa e desenvolvimento foram concentradas nas espécies e acessos de maior potencial comercial ou potencialmente úteis em programas de melhoramento genético (Figura 3).

A redução do número de acessos em processo de caracterização foi também necessária considerando a necessidade de montagem de experimentos com repetições para avaliação de características agrônomicas relacionadas principalmente à produtividade, características físicas e químicas de frutos, autocompatibilidade e resistência a doenças. Este trabalho de caracterização mais detalhado permitiu a seleção de 6 acessos geneticamente superiores de *Selenicereus undatus*, 7 de *Selenicereus setaceus*, 4 de *Selenicereus costaricensis* e 4 de *Selenicereus megalanthus*. Os acessos selecionados passaram a ser utilizados em trabalhos para ajustes do sistema de produção e também para a obtenção de híbridos intra e interespecíficos com o objetivo de ampliar a base genética para trabalhos de seleção clonal visando ao desenvolvimento de cultivares geneticamente superiores.

O primeiro trabalho realizado a partir da caracterização morfológica e agrônômica dos acessos do BAG das Pitayas da Embrapa Cerrados foi com a espécie *Selenicereus setaceus* 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 o tamanho e forma dos frutos, para características de acidez e teor de sólidos solúveis da polpa e também para a produtividade. Este primeiro trabalho evidenciou o potencial desta pitaya para uso alimentar considerando a alta produtividade das plantas e a produção de frutos com um sabor especial, equilibrando a doçura com uma leve acidez. A beleza e exuberância das flores também evidenciaram o grande potencial da espécie para uso ornamental (Figura 4).



Fotos: Nilton Tadeu Vieira Junqueira

Figura 3. Banco Ativo de Germoplasma de Pitaya da Embrapa Cerrados e diversidade de características dos frutos das principais espécies e acessos conservados. a) *Harrisia* sp.; b) *Selenicereus megalanthus*; c) *Selenicereus setaceus*; d) *Selenicereus undatus* sin. *Hylocereus undatus*; e) *Selenicereus costaricensis* sin. *Hylocereus costaricensis*. Barras de 5 cm.

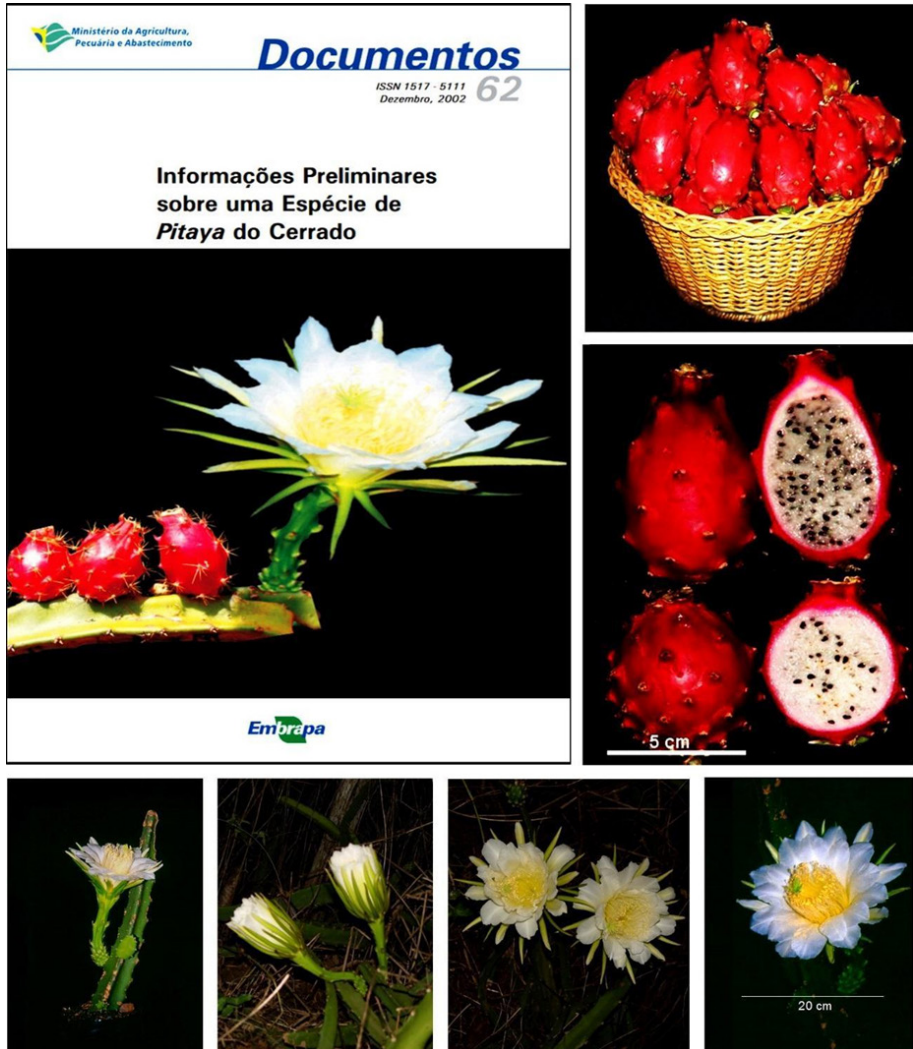


Figura 4. Trabalho pioneiro de caracterização da espécie de pitaya *Selenicereus setaceus* nativa da região do Cerrado, evidenciando seu potencial comercial e como planta ornamental.

Principais projetos de P&D&I envolvendo as pitayas na Embrapa

O Banco Ativo de Germoplasma de Pitaya da Embrapa Cerrados foi a base para a realização de vários trabalhos relacionados à caracterização e uso de recursos genéticos, domesticação e melhoramento genético e desenvolvimento de sistemas de produção comercial das pitayas. Para operacionalizar estes trabalhos, foram desenvolvidos diferentes projetos com o envolvimento de uma equipe multidisciplinar para atuar nas diferentes linhas de pesquisa, tendo o objetivo finalístico de desenvolver um sistema de produção de pitayas no Brasil com sustentabilidade econômica, social e ambiental. Por meio deste sistema de produção, poder-se-ia pensar no estabelecimento e fortalecimento da cadeia produtiva da pitaya. Aproximadamente 13 projetos foram realizados nas áreas experimentais da Embrapa Cerrados com ações de (P&D&I) com as pitayas (Tabela 1).

Tabela 1. Principais projetos e atividades de P&D&I com as pitayas operacionalizados por pesquisadores da Embrapa Cerrados.

Título do projeto/atividade	Período de execução	Pesquisador responsável
Implantação e caracterização do banco ativo de germoplasma de pitaya	1996-2002	Nilton Tadeu Vilela Junqueira et al.
Domesticação de fruteiras nativas do Cerrado – Clonagem, seleção e avaliação de fruteiras nativas do Cerrado	2002-2004	Ailton Vitor Pereira et al.
Identificação e divulgação de informações sobre espécies da flora da região Centro-Oeste, de importância econômica atual ou potencial, para uso direto e ou para ampliar a utilização comercial, com vistas a fomentar o desenvolvimento de produtos voltados para o mercado interno e de exportação	2005-2007	Roberto Fontes Vieira et al.
Conservação de Coleções Biológicas Vegetais Estratégicas para a Pesquisa Agrícola Brasileira – Colbioagro Vegetal	2006-2008	Clara Oliveira Goedert et al.

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Título do projeto/atividade	Período de execução	Pesquisador responsável
Alimentos Funcionais: Valorização de Alimentos Promotores da Saúde Importantes para o Agropênegócio Brasileiro	2007-2011	Damares de Castro Monte et al.
Caracterização e usos inovadores de espécies frutíferas nativas do Cerrado	2007-2010	Sueli Matiko Sano et al.
Bancos ativos de germoplasma de espécies frutíferas	2009-2015	Nilton Tadeu Vilela Junqueira et al.
Caracterização, propagação e melhoramento genético de pitaya comercial e nativa do Cerrado	2010-2013	Fábio Gelape Faleiro et al.
Avaliação de uma coleção de trabalho de pitayas nativas do Cerrado na Embrapa Cerrados	2011-2014	Nilton Tadeu Vilela Junqueira et al.
Avaliação e seleções de pitayas nativas do Cerrado na Embrapa Cerrados	2011-2014	Nilton Tadeu Vilela Junqueira et al.
Bancos de germoplasma de fruteiras nativas	2016-2021	José Teodoro de Melo et al.
Obtenção e validação de descritores de diferentes espécies e cultivares de pitaya (<i>Hylocereus undatus</i> , <i>Hylocereus costaricensis</i> , <i>Selenicereus setaceus</i> e <i>Selenicereus megalanthus</i>) visando à elaboração das instruções para execução de testes de DHE	2017-2020	Fábio Gelape Faleiro et al.
Características morfológicas, fisiológicas e agrônômicas de cultivares comerciais e diferentes espécies de pitaya na região do Cerrado	2018-2022	Fábio Gelape Faleiro et al.

Após o início dos trabalhos com as pitayas na Embrapa Cerrados em 1996, houve uma continuidade dos projetos e atividades, o que foi fundamental para a obtenção de produtos tecnológicos. O envolvimento de equipes multidisciplinares e a formação de parcerias com o setor produtivo foram fundamentais para que os produtos tecnológicos gerados pela pesquisa se tornassem inovação. Desde o início das pesquisas com pitayas na Embrapa Cerrados, o foco foi o desenvolvimento de sistemas de produção envolvendo as recomendações técnicas de cultivo e o desenvolvimento de cultivares por meio da seleção de clones geneticamente superiores.

Pelo fato de a pitaya ser uma planta nativa do Brasil, para realizar as ações de pesquisa e desenvolvimento, foi necessário atender a legislação relacionada ao acesso aos recursos genéticos e aos conhecimentos tradicionais associados no Brasil, cujas regras foram definidas na Medida Provisória 2.186-16/01 (MP). Esta MP previu a criação do Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN) no âmbito do Ministério do Meio Ambiente, o qual iniciou suas atividades em abril de 2002. Para cumprir a legislação, a equipe técnica da Embrapa Cerrados solicitou e obteve a Autorização Especial do IBAMA para pesquisa científica N° 002/2008 (Processo IBAMA n° 02001.003859/2011-57) e a Autorização do CGEN para bioprospecção: N° 001-B/2013 (Processo CGEN n° 02000.001384/2011-74). Foi também solicitada a Autorização para Desenvolvimento Tecnológico via CNPq. Todos os relatórios relacionados a essas autorizações foram elaborados e entregues dentro do prazo, fazendo com que todos os projetos e atividades com as pitayas estivessem rigorosamente dentro da lei. Em 2015, houve uma mudança na legislação com a Lei n° 13.123, de 2015 e o Decreto n° 8.772, de 2016. Para atender a essa nova lei, foi feito o cadastro dos projetos e atividades com pitaya no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SisGen) com o número A369D54.

Diversos projetos e atividades tiveram como objetivo a ampliação da base genética do Banco Ativo de Germoplasma, considerando as espécies de pitaya com maior potencial comercial. Nesse sentido, foi feito um enriquecimento do BAG com genótipos de pitaya com frutos grandes, autocompatíveis, com polpa mais doce, além de 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 de frutos e na produtividade dos acessos (Figura 5). Estas características evidenciam o potencial das diferentes espécies de pitaya para uso como plantas ornamentais (Junqueira et al., 2007) e também para a produção de frutos de alto valor agregado e com características físicas e químicas para agradar os mercados de frutos especiais e também os consumidores mais exigentes (Souza et al., 2006).



Fotos: Nilton Tadeu Vieira Junqueira

Figura 5. Características das flores e frutos de pitaya, evidenciando seu grande potencial para uso como planta ornamental e para produção de frutos especiais de alto valor agregado.

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 e melhoramento genético das diferentes espécies de pitaya. Há fortes evidências de que a região central do Brasil seja o maior centro de dispersão das pitayas nativas e naturalizadas, tendo em vista a grande diversidade fenotípica observada em acessos coletados em Goiás, Minas Gerais, Bahia, Mato Grosso e Tocantins. Para subsidiar e confirmar tais evidências, Junqueira et al. (2010a) realizaram um estudo da diversidade genética de 13 acessos de pitayas mantidos no banco ativo de germoplasma da Embrapa Cerrados por meio de marcadores moleculares *Random Amplified Polymorphic DNA* (RAPD). 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 identificação de grupos de similaridade genética. Os 13 acessos analisados foram divididos em, pelo menos, sete grupos de similaridade genética, sendo dois grupos dentro da espécie *Selenicereus setaceus*, e dois grupos pertencentes à espécie *Selenicereus undatus* sin. *Hylocereus undatus*, um grupo dentro de *Selenicereus megalanthus* e dois grupos com taxonomia desconhecida (Figura 6). Com base, neste trabalho, Junqueira et al. (2010a) concluíram que existe grande diversidade genética entre os acessos de pitayas nativas

do Cerrado, posicionando esse bioma entre os centros de diversidade dessas espécies.

Número	Procedência	Espécie	Código
1	Barbacena-MG	<i>Selenicereus setaceus</i>	CPAC PY-02
2	Unai-MG (Pitaya com espinho)	<i>Selenicereus setaceus</i>	CPAC PY-03
3	Tiradentes-MG	<i>Selenicereus undatus</i>	CPAC PY-04
4	Lavras-MG	<i>Selenicereus undatus</i>	CPAC PY-05
5	Itumirim-MG	<i>Selenicereus setaceus</i>	CPAC PY-06
6	Cruzília-MG	<i>Selenicereus setaceus</i>	CPAC PY-07
7	Cristalina-GO	<i>Selenicereus setaceus</i>	CPAC PY-08
8	Formosa-GO	Espécie não identificada	CPAC PY-09
9	São Bartolomeu-DF	<i>Selenicereus setaceus</i>	CPAC PY-10
10	Jalapão-TO	<i>Selenicereus megalanthus</i>	CPAC PY-11
11	Unai-MG (Pitaya longa sem espinho)	<i>Harrisia</i> sp.	CPAC PY-12
12	Unai-MG (Pitaya oval sem espinho)	<i>Harrisia</i> sp.	CPAC PY-13
13	Seleção, Embrapa Cerrados	<i>Selenicereus undatus</i>	CPAC PY-01

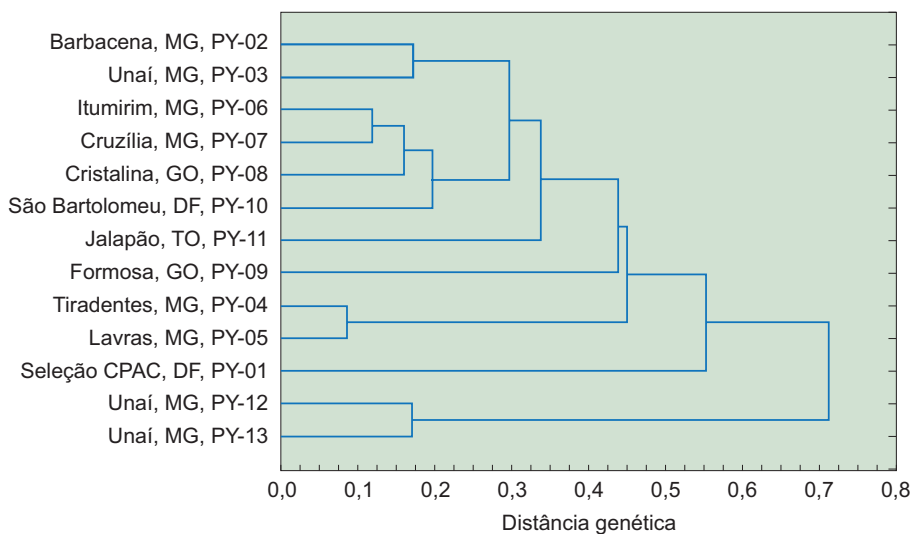


Figura 6. Acessos de pitayas do banco ativo de germoplasma da Embrapa Cerrados e análise de agrupamento destes acessos com base na matriz de distâncias genéticas estimadas com base em 162 marcadores RAPD. O método do UPGMA foi utilizado como critério de agrupamento.

Fonte: Junqueira et al. (2010a).

A grande diversidade genética encontrada nos acessos do BAG de pitayas da Embrapa Cerrados com base em características morfológicas, agrônômicas, físicas e químicas de frutos e também com base em polimorfismos do DNA permite incluir o Bioma Cerrado no centro de diversidade das espécies de pitaya, abrindo perspectivas para maiores estudos acerca do potencial dessas espécies como frutíferas comerciais. A identificação e caracterização de acessos que possam ser utilizados como genitores com alta divergência genética entre si, abre também perspectivas para trabalhos de melhoramento via hibridação intra e interespecífica, com geração de progênies segregantes, aumentando as possibilidades de combinações gênicas e seleção de genótipos superiores. A perspectiva de seleção de genótipos superiores e obtenção de híbridos intra e interespecíficos orientou a elaboração de novos projetos e atividades na área do melhoramento genético (Tabela 1).

Principais resultados e tecnologias relacionadas ao melhoramento genético

Os primeiros trabalhos de seleção foram realizados em 2002 e têm continuidade até os dias atuais. Importantes resultados foram obtidos nesta 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 das primeiras cultivares de pitaya no Brasil.

Os trabalhos de seleção e melhoramento genético das pitayas realizados na Embrapa Cerrados foram baseados na demanda real do setor produtivo por cultivares que pudessem atender às necessidades climáticas de produção e as exigências do consumidor. O cenário em 2002 é o mesmo de 2020, ou seja, as mudas comercializadas de pitaya não são provenientes de matrizes selecionadas e devidamente avaliadas do ponto de vista agrônomico em diferentes regiões do Brasil. Até os dias atuais, observa-se, nos pomares de pitaya, grande variação na produção, tamanho e formato de frutos, bem como em suas características físico-químicas, refletindo a desuniformidade das plantas. Esta observação evidencia a necessidade do desenvolvimento de cultivares com garantia de origem genética e que possam ser recomendadas para diferentes regiões do Brasil.

Para o sucesso do trabalho de seleção visando à obtenção de ganhos genéticos, é essencial que exista variabilidade genética entre os diferentes acessos, populações, híbridos e progênies obtidas. Diferenças em características físico-químicas e de produtividade de frutos verificadas entre as diferentes espécies de pitayas também foram verificadas por Souza et al. (2006) dentro da mesma espécie e dentro da primeira população de melhoramento genético da pitaya vermelha de polpa branca na Embrapa Cerrados, a qual foi nominada de CPAC PY-01. Para analisar esta variabilidade e subsidiar o avanço nos trabalhos de seleção de pitayas na Embrapa Cerrados, Junqueira et al. (2010b) analisaram 16 matrizes da população CPAC PY-01 que apresentaram diferenças fenotípicas no vigor vegetativo, produtividade e formatos de frutos. Amostras de DNA genômico de cada matriz foram extraídas e analisadas com base em marcadores moleculares RAPD. Foram obtidos 111 marcadores RAPD, sendo 45 polimórficos. Foram estimadas as distâncias genéticas entre as matrizes, a partir das quais foram realizadas análises de dispersão gráfica que evidenciaram a diferença da matriz “61” em relação às demais e a tendência de agrupamento dos acessos com base em sua produtividade verificada (Figura 7).

Considerando que os acessos analisados possuem a mesma base genética, ou seja, foram originados de uma mesma população de melhoramento da espécie *S. undatus*, possivelmente diferentes grupos de genes estão condicionando a maior ou menor produtividade, além de outras diferenças no formato do fruto e vigor. Este importante resultado impulsionou o avanço dos ciclos de seleção, recombinação e melhoramento genético.

A partir desse resultado, foi intensificado o trabalho de caracterização agrônômica das matrizes selecionadas de cada espécie de pitaya com potencial comercial. Algumas características agrônômicas básicas foram definidas para orientar o trabalho de seleção (Figura 8). A produtividade, características físicas e químicas de frutos e resistência a doenças são importantes para qualquer programa de melhoramento de frutíferas. No caso da pitaya, as características de autocompatibilidade, vigor, longevidade e adaptabilidade às condições tropicais do Cerrado também foram consideradas e utilizadas no processo de seleção, considerando as demandas dos produtores e dos consumidores.

Matriz	Característica agrônômica
Planta "51"	Produção de mais de 25 frutos na safra de 2007; frutos "ovóides"
Planta "52"	Produção de mais de 25 frutos na safra de 2007; frutos "ovóides"
Planta "53"	Produção de mais de 25 frutos na safra de 2007; frutos "ovóides"
Planta "55"	Produção de mais de 25 frutos na safra de 2007; frutos "ovóides"
Planta "47"	Produção entre 15 e 25 frutos na safra de 2007; frutos "ovóides"
Planta "63"	Produção entre 15 e 25 frutos na safra de 2007; frutos "ovóides"
Planta "28"	Produção entre 15 e 25 frutos na safra de 2007; frutos "longos"
Planta "33"	Produção entre 15 e 25 frutos na safra de 2007; frutos "longos"
Planta "4"	Produção entre 1 e 15 frutos na safra de 2007; frutos "ovóides"
Planta "13"	Produção entre 1 e 15 frutos na safra de 2007; frutos "ovóides"
Planta "22"	Produção entre 1 e 15 frutos na safra de 2007; frutos "ovóides"
Planta "19"	Produção entre 1 e 15 frutos na safra de 2007; frutos "longos"
Planta "59"	Não produziu frutos na safra de 2007; planta com alto vigor vegetativo
Planta "61"	Não produziu frutos na safra de 2007; planta com alto vigor vegetativo
Planta "1"	Não produziu frutos na safra de 2007; planta com baixo vigor vegetativo
Planta "26"	Não produziu frutos na safra de 2007; planta com baixo vigor vegetativo e notável suscetibilidade a antracnose

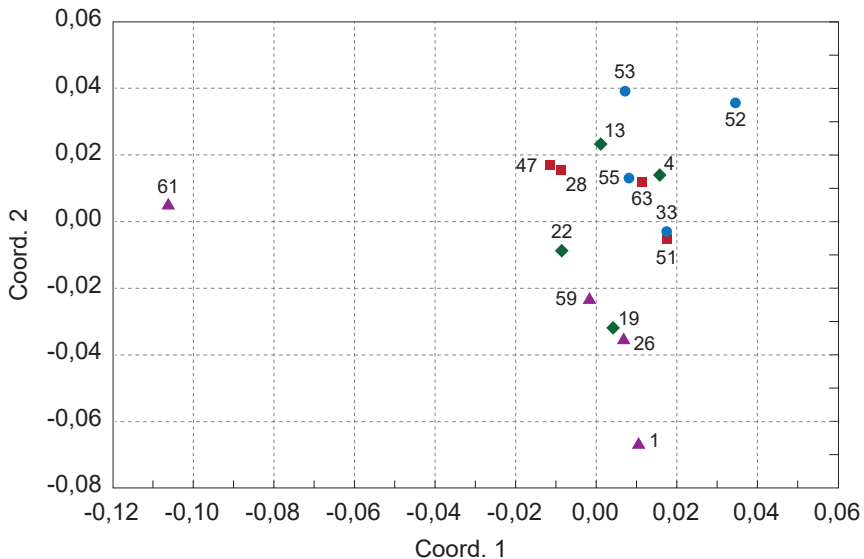


Figura 7. Matrizes da espécie *Selenicereus undatus* da população CPAC PY-01 obtida pelo programa de melhoramento genético das pitayas realizado na Embrapa Cerrados e análise de dispersão gráfica dessas matrizes com base na matriz de distâncias genéticas estimadas com base em 111 marcadores RAPD. Os números correspondem aos acessos da tabela acima, sendo acessos com produção de mais de 25 frutos (●); entre 15 e 25 frutos (■) entre 1 e 15 frutos (◆) e sem produção (▲).

Fonte: Junqueira et al. (2010a).

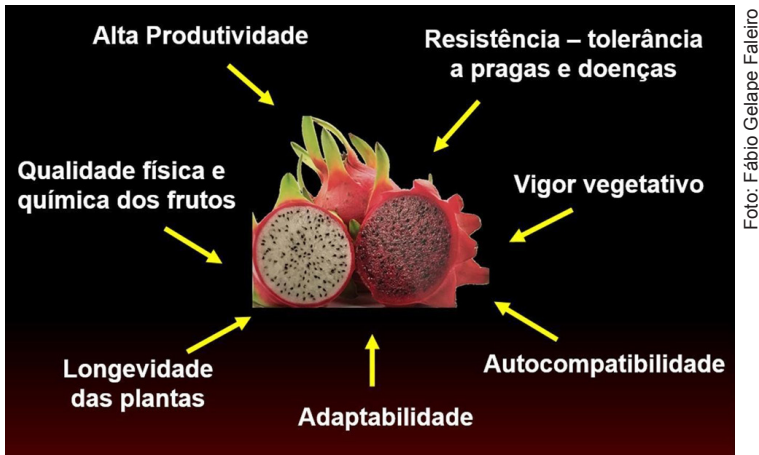


Figura 8. Principais características agronômicas consideradas pelo programa de melhoramento genético das pitayas realizado na Embrapa Cerrados.

Com base nos trabalhos iniciais de caracterização agronômica, as melhores matrizes das diferentes espécies foram clonadas para estabelecimento de uma nova área 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 estimativas de parâmetros genéticos. O estabelecimento desta nova área foi de grande importância porque, poucos meses depois, houve um incêndio na área original de estabelecimento do banco ativo de germoplasma de pitaya (Figura 9). Existe uma certa vulnerabilidade na conservação ex situ de recursos genéticos mantidos in vivo em bancos de germoplasma no campo. Sempre que possível, é importante ter pelo menos uma duplicata de segurança in situ ou em bancos de germoplasma estabelecidos em outras áreas.

A nova área estabelecida (Figura 10) com acessos e matrizes selecionadas das diferentes espécies de pitayas permitiu o avanço dos trabalhos de caracterização, seleção e melhoramento genético. A caracterização das matrizes selecionadas com relação às características físicas e químicas de frutos foi trabalhada a nível inter e intra-específico. Lima et al. (2013a) analisaram a diversidade genética intra e interespecífica de 21 matrizes selecionadas das

espécies de pitaya, *Selenicereus undatus* e *Selenicereus setaceus* com base nas características físico-químicas dos frutos. Os resultados evidenciaram a diversidade das matrizes das duas espécies e também a maior diversidade intraespecífica das matrizes da espécie *S. undatus*.



Foto: Nilton Tadeu Vilela Junqueira

Figura 9. Área original do banco ativo de germoplasma de pitayas da Embrapa Cerrados que foi perdida devido a um incêndio.



Fotos: Fábio Gelape Faleiro

Figura 10. Nova área experimental estabelecida para conservação do banco de germoplasma e para os trabalhos de caracterização, seleção e melhoramento genético das pitayas na Unidade de Apoio da Fruticultura da Embrapa Cerrados.

Em continuidade ao trabalho de caracterização dos frutos, Lima et al. (2014) verificaram que as matrizes da espécie *S. undatus* apresentaram maiores médias do comprimento, diâmetro e massa dos frutos e que as matrizes da espécie *S. setaceus* apresentavam maiores teores de sólidos solúveis totais (Tabela 2). Entretanto, foram verificadas diferenças significativas das matrizes quanto ao tamanho do fruto e teor de sólidos solúveis totais dentro de cada espécie (Tabela 2). As matrizes 2 e 5 da espécie *S. undatus* se destacaram por apresentarem maiores comprimento, diâmetro e massa dos frutos, sendo a matriz 2 destaque por apresentar teores de sólidos solúveis totais acima de 20 °Brix na parte intermediária dos frutos (Tabela 2). As matrizes selecionadas da espécie *S. setaceus* se destacaram por apresentarem maiores teores de sólidos solúveis nas três porções dos frutos, quando comparada com a espécie *S. undatus*. A espécie *S. setaceus* é conhecida como “saburosa” porque apresenta uma combinação perfeita do teor de sólidos solúveis totais (doçura) com uma leve acidez da polpa, o que confere um sabor aprimorado e diferenciado.

Além das espécies *S. undatus* e *S. setaceus*, as espécies *Selenicereus megalanthus* e *Selenicereus 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 matrizes das quatro espécies de pitaya apresentavam diferenças nos frutos quanto às características físico-químicas e à concentração de polifenóis, sendo a espécie *Selenicereus megalanthus* destaque por apresentar maior quantidade de sólidos solúveis (doçura) e a espécie *Selenicereus costaricensis* pela presença de maior quantidade de polifenóis, flavonoides e outros compostos funcionais na polpa.

Para complementar o trabalho de caracterização dos frutos, 10 matrizes da espécie *Selenicereus undatus* selecionadas pelo programa de melhoramento genético da pitaya realizado na Embrapa Cerrados foram avaliadas por Lima (2013) quanto a suas características vegetativas e reprodutivas. Foi utilizado o delineamento inteiramente ao acaso, com três repetições, sendo cada repetição a média de duas plantas. As características avaliadas foram o número de cladódios (NC), comprimento total de cladódios (CTC), diâmetro médio dos cladódios (DMC), número médio de flores (NFL), número médio de frutos (NFT) e porcentagem de vingamento de flores (V) por planta. Para estimar a produtividade de cada genótipo, foi avaliado o número total de frutos por planta, somando-se a produção do 4º, 5º e 6º ano de cultivo. Verificou-se efeitos

significativos das matrizes de pitaya para todas as características agrônômicas avaliadas, evidenciando a existência de variabilidade genética e, dessa forma, a possibilidade de seleção de matrizes com melhor desempenho agrônômico para as condições do Cerrado (Tabela 3).

Tabela 2. Médias das características comprimento do fruto (CF), diâmetro do fruto (DF), massa total do 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 pitaya das espécies *S. undatus* e *S. setaceus*.

Código	CF	DF	MTF	MC	MP	SSS	SSM	SSI	SBTS	SCTM	SSTI	
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	<i>S. undatus</i>
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	
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	<i>S. setaceus</i>
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	13,7e	16,6e	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	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna ficaram agrupadas entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de significância.

Fonte: Lima et al. (2014).

Tabela 3. 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 (NFTP) do 4º, 5º e 6º ano de cultivo de matrizes de *Selenicereus undatus*.

Genó-tipo	Códigos	NC (Ud)	CTC (m)	DNIC (cm)	NFL (Ud)	NFT (Ud)	V (%)	NFTP (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
OS	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

Médias seguidas pela mesma letra na coluna ficaram agrupadas entre si pelo teste de Tukey a 1% de significância.

Fonte: Lima et al. (2013).

Na Tabela 3, chama a atenção a grande diferença das matrizes da espécie *S. undatus* quanto ao desempenho agrônomo. As matrizes CPAC PY-01(3) e CPAC PY-01(5) tiveram ótimo 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 de frutos e a matriz CPAC PY-01(7) teve baixo desenvolvimento vegetativo e não produziu frutos. A maioria das matrizes apresentaram alta porcentagem de vingamento de flores mesmo sem a polinização manual, evidenciando a possível autocompatibilidade. Ainda neste experimento, Lima (2013) obteve valores de herdabilidade acima de 90% e Coeficientes de Variação Genético pelo menos duas vezes superior ao Coeficiente de Variação Experimental para todas as características avaliadas. Estes 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.

Em adição ao trabalho de seleção clonal, foi iniciado na Embrapa Cerrados um trabalho para obtenção de híbridos intra e interespecíficos de pitaya 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 pitaya na Embrapa Cerrados foi o obtido entre matrizes geneticamente superiores da espécie *Selenicereus undatus* e da espécie *Selenicereus costaricensis* (Figura 11). O objetivo dessa hibridação foi obter um híbrido que combinasse as características de alta produtividade, autocompatibilidade e maior tamanho do fruto presente na *S. undatus* com a polpa vermelha da *S. costaricensis*. Este híbrido foi obtido com sucesso e marcadores moleculares RAPD foram utilizados para confirmar a hibridação (Lima, 2013).

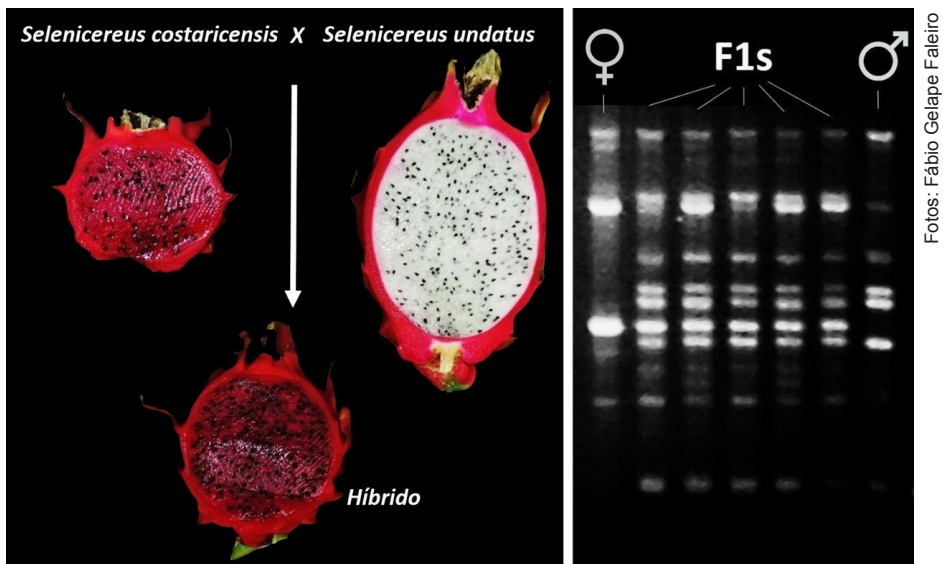


Figura 11. Representação esquemática do cruzamento interespecífico entre *Selenicereus costaricensis* e *Selenicereus undatus* para a obtenção de híbridos F1 e confirmação da fecundação cruzada por meio de marcadores moleculares RAPD.

A obtenção de híbridos intra e interespecíficos de pitaya é muito fácil, considerando que as diferentes espécies produzem flores hermafroditas grandes com aproximadamente 800 filetes e anteras (estruturas masculinas) e 25 estiletos e estigmas (estruturas femininas) (Figura 12). Os estiletos-estigmas

são unidos formando uma estrutura volumosa para receber os grãos de pólen (Figura 12). Normalmente, as flores das pitayas têm a antese noturna; a flor se mantém aberta até as primeiras horas do dia. Para maior eficiência da polinização manual, a transferência dos grãos de pólen deve ser feita durante a noite, pouco após a antese. Neste momento, o estigma está mais receptivo.



Foto: Fábio Gelape Faleiro

Figura 12. Estrutura da flor da pitaya, evidenciando as centenas de filetes e anteras contendo os grãos de pólen e os estiletes e estigmas para receber os grãos de pólen.

Outro híbrido F1 obtido pelo programa de melhoramento genético das pitayas realizado na Embrapa Cerrados foi a partir do cruzamento interespecífico entre matrizes geneticamente superiores da espécie *Selenicereus setaceus* e da espécie *Selenicereus undatus* (Figura 13). O objetivo dessa hibridação foi obter um híbrido que combinasse as características de alta produtividade e maior tamanho do fruto presente na *S. undatus* com o sabor aprimorado da polpa da *S. setaceus*. Híbridos intra-específicos também têm sido obtidos e caracterizados dentro do programa de seleção e melhoramento genético.

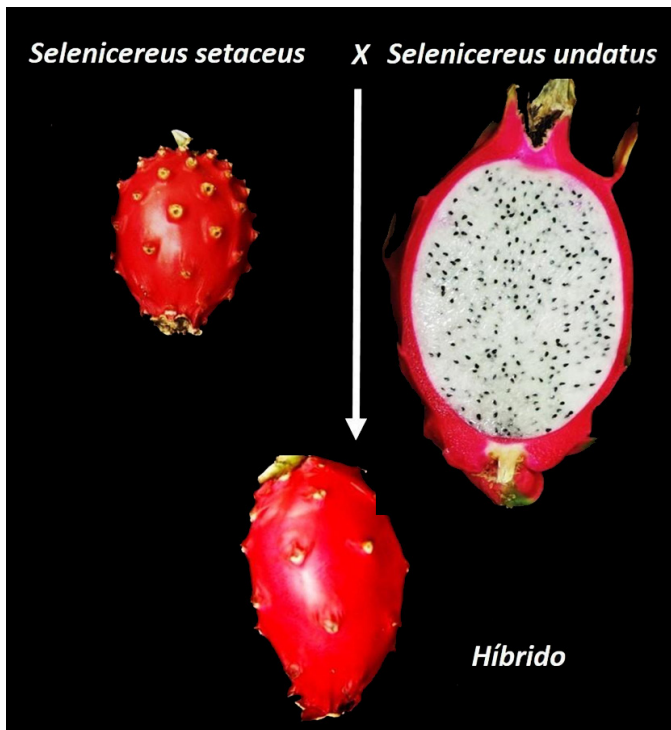


Figura 13. Representação esquemática do cruzamento interespecífico entre *Selenicereus setaceus* e *Selenicereus undatus* para a obtenção de híbridos F1.

Os trabalhos de seleção clonal e obtenção de híbridos intra e interespecíficos resultaram na seleção de genótipos elite com grande potencial comercial. Estes genótipos elite foram clonados para iniciar os trabalhos de interação genótipo x ambiente, ou seja, os genótipos elite foram enviados para avaliação em todas as regiões do Brasil (Figura 14). Para realizar estas avaliações, a Embrapa Cerrados está contando com uma rede de parcerias envolvendo a Emater DF (Distrito Federal e Entorno), o Recanto das Pitayas (Santa Catarina), Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Empresa Mato-Grossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural, Grupo Tsuge, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Embrapa Semiárido, Embrapa Roraima, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (Apta), Embrapa Agrobiologia, Universidades e produtores rurais.

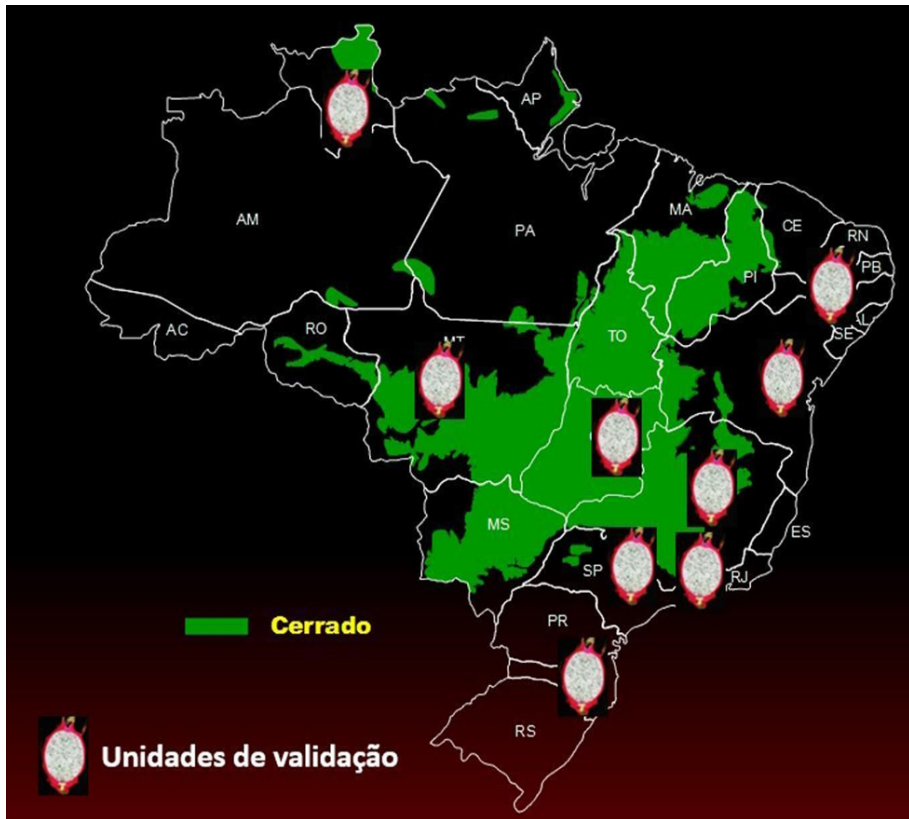


Ilustração: Fábio Gelape Faleiro

Figura 14. 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 de pitaya selecionados na Embrapa Cerrados foram estabelecidas na Unidade de Apoio da Fruticultura da Embrapa Cerrados (Figura 15) e em parcerias com a Emater DF (Distrito Federal e entorno) (Figura 16), o Recanto das Pitayas (Santa Catarina) (Figura 17) e a Empresa Mato-Grossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural (Mato Grosso) (Figura 18). Os primeiros resultados deste trabalho de validação foram apresentados na ocasião do Curso Online 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).



Fotos: Fábio Gelape Faleiro

Figura 15. Unidade de validação de genótipos elite na Unidade de Apoio da Fruticultura da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.



Fotos: Fábio Gelape Faleiro

Figura 16. Unidade de validação de genótipos elite no Parque Tecnológico Ivaldo Cenci, Agrobrasília, DF, em parceria com a Emater DF, implantada em 2016.



Fotos: Fábio Gelape Faleiro

Figura 17. 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.



Fotos: Wellington Procopio

Figura 18. Unidade de validação de genótipos elite na cidade de Tangará da Serra, Mato Grosso, em parceria com a Empresa Mato-Grossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural, implantada em 2017.

Além da validação dos genótipos elite em diferentes regiões do Brasil, foi também realizada, com sucesso, a validação em diferentes sistemas de produção convencional, orgânico, em cultivos consorciados com maracujá, abacaxi e girassol e em plantios urbanos e periurbanos (Figura 19).



Fotos: Fábio Gelape Faleiro

Figura 19. Unidades de validação de genótipos elite em sistema convencional (a), orgânico (b), em cultivos consorciados com maracujá (c), abacaxi (d) e girassol (e) e em ambiente urbano (f).

Cultivares desenvolvidas

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

BRS Lua do Cerrado (BRS LC)

Cultivar de pitaya com frutos redondos e vermelhos de polpa branca, *Selenicereus undatus* sin *Hylocereus undatus* para o mercado de frutas especiais. As principais características desta cultivar trabalhadas no melhoramento genético foram a produtividade, vigor, autocompatibilidade, maior tamanho do fruto e do teor de sólidos solúveis totais, além da maior resistência e tolerância a doenças. A cultivar BRS Lua do Cerrado (BRS LC) apresenta frutos grandes, com o formato arredondado.

Nas condições do Distrito Federal, Goiás, Santa Catarina, Mato Grosso e Pernambuco, a cultivar tem iniciado a produção antes de completar 1 ano de plantio no campo. Com 3 anos de plantio atinge produtividade de 20 t/ha/ano em polinização aberta e, dependendo das condições de manejo da cultura, pode atingir produtividades acima de 30 t/ha/ano. Os frutos são grandes, sendo comum a colheita de frutos acima de 500 g (sem polinização manual) e também frutos que podem atingir massa superior a 1 kg.

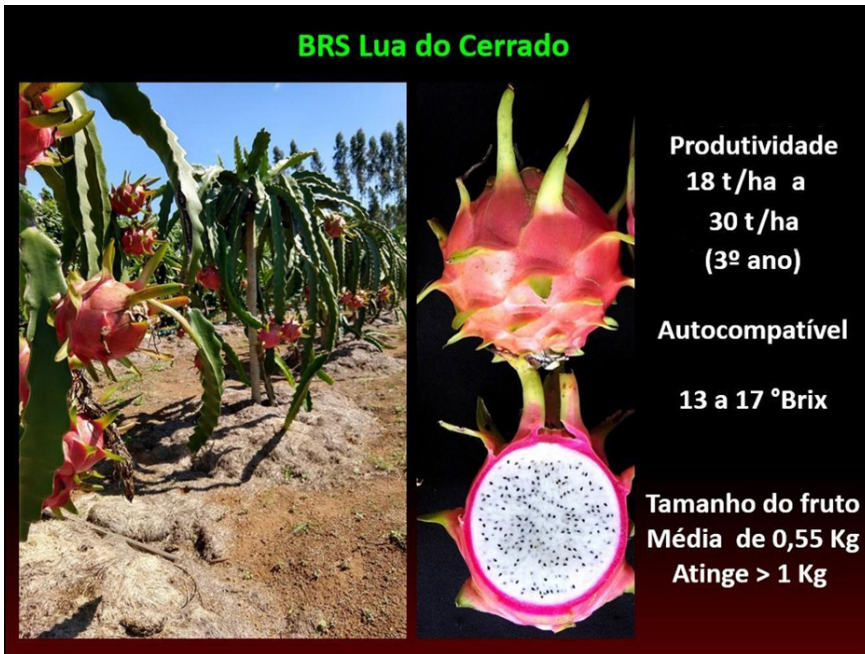


Figura 20. Características da planta e dos frutos da cultivar BRS Lua do Cerrado.

BRS Luz do Cerrado (BRS LZC)

Cultivar de pitaya com frutos alongados e vermelhos de polpa branca, *Selenicereus undatus* sin. *Hylocereus undatus* para o mercado de frutas especiais. As principais características desta cultivar trabalhadas no melhoramento genético foram a produtividade, vigor, autocompatibilidade, maior tamanho do fruto e do teor de sólidos solúveis totais, além da maior resistência e tolerância a doenças. A cultivar BRS Luz do Cerrado (BRS LZC), assim como a cultivar BRS Lua do Cerrado (BRS LC), apresenta frutos grandes, entretanto com o formato mais alongado. Estas duas cultivares agregam diversidade às variedades de pitaya 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, a cultivar tem iniciado a produção antes de completar 1

ano de plantio no campo. Com 3 anos de plantio atinge produtividade de 20 t/ha/ano em polinização aberta e, dependendo das condições de manejo da cultura, pode atingir produtividades acima de 30 t/ha/ano. Os frutos são grandes, sendo comum a colheita de frutos acima de 500 g (sem polinização manual) e também frutos que podem atingir massa superior a 1 kg.

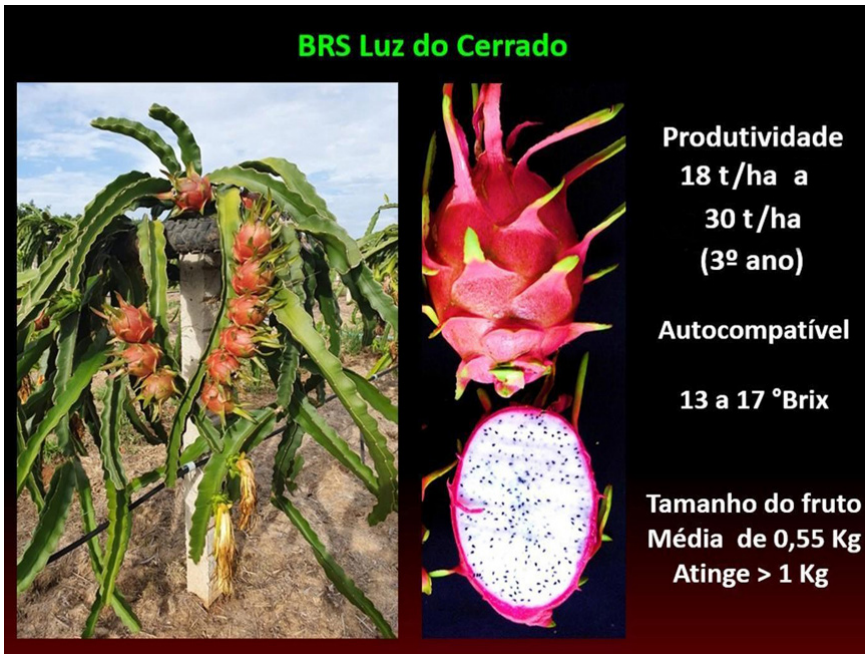


Figura 21. Características da planta e dos frutos da cultivar BRS Luz do Cerrado.

BRS Minipitaya do Cerrado (BRS MPC)

Cultivar de minipitaya da espécie *Selenicereus setaceus* Rizz., de frutos vermelhos com espinhos e polpa branca para uso na fruticultura ornamental e para o mercado de frutas especiais, considerando o sabor diferenciado da sua polpa. Uma perfeita combinação entre o teor de sólidos solúveis totais e a acidez confere à polpa do fruto desta cultivar um sabor aprimorado. As principais características desta cultivar trabalhadas no melhoramento genético foram a produtividade, autocompatibilidade, combinação do teor de sólidos solúveis totais e acidez da polpa, além da maior resistência e tolerância a

doenças. Esta cultivar tem origem na biodiversidade essencialmente brasileira, especificamente vinda da região do Cerrado.

Nas condições do Distrito Federal, Goiás e Santa Catarina, a cultivar tem iniciado a produção antes de completar 1 ano de plantio no campo. Com 3 anos de plantio atinge produtividade de 3 t/ha/ano a 10 t/ha/ano em polinização aberta e, dependendo das condições de manejo da cultura, pode atingir produtividades acima deste valor. Os frutos são pequenos, mas muito doces com leve acidez, o que confere um sabor especial.



Fotos: Fábio Gelape Faleiro

Figura 22. Características da planta e dos frutos da cultivar BRS Minipitaya do Cerrado.

BRS Granada do Cerrado (BRS GC)

Cultivar híbrida de pitaya vermelha de polpa roxa (*Selenicereus undatus* X *Selenicereus costaricensis*). Esta cultivar foi obtida por meio do melhoramento genético convencional visando aumento de produtividade, autocompatibili-

dade, vigor, precocidade, características físicas e químicas dos frutos (frutos vermelhos de polpa roxa rica em antioxidantes) e resistência a doenças. O método de melhoramento utilizado foi a hibridação interespecífica seguida de seleção clonal. A população híbrida foi avaliada para produtividade, autocompatibilidade, maior tamanho de frutos e maior teor de sólidos solúveis totais e submetidas a dois ciclos de seleção clonal. Matrizes clonais geneticamente superiores foram selecionadas e uma matriz com maior destaque foi utilizada na geração da nova cultivar.

Nas condições do Distrito Federal e Goiás, a cultivar tem iniciado a produção antes de completar 1 ano de plantio no campo. Com 3 anos de plantio atinge produtividade de 20 t/ha/ano em polinização aberta e, dependendo das condições de manejo da cultura, pode atingir produtividades de 40 t/ha. Os frutos são de tamanho médio, massa de aproximadamente 250 g e muito uniformes, com casca e polpa vermelha.



Figura 23. Características da planta e dos frutos da cultivar BRS Granada do Cerrado.

BRS Âmbar do Cerrado (BRS AC)

Cultivar de pitaya amarela, *Selenicereus megalanthus* para o mercado de frutas especiais de alto valor agregado. Essa cultivar foi obtida por meio do melhoramento genético convencional visando ao aumento de produtividade, autocompatibilidade, vigor, precocidade, características físicas e químicas dos frutos (frutos maiores com polpa com elevado teor de sólidos solúveis totais), resistência a doenças e adaptabilidade. Existia uma mística de que pitayas amarelas não são adaptadas às condições edafoclimáticas brasileiras, mas por meio dos recursos genéticos disponíveis no BAG de Pitayas da Embrapa Cerrados e de ações de melhoramento genético via diferentes ciclos de seleção e recombinação visando à adaptabilidade, foi possível o desenvolvimento da cultivar BRS Âmbar do Cerrado. Foram realizados três ciclos de seleção clonal e matrizes clonais geneticamente superiores foram selecionadas e uma de destaque foi utilizada na geração da nova cultivar.



Figura 24. Características da planta e dos frutos da cultivar BRS Âmbar do Cerrado.

Nas condições do Distrito Federal e Goiás, a cultivar tem iniciado a produção antes de completar 1 ano de plantio no campo. Com 3 anos de plantio atinge produtividade de 10 t/ha/ano em polinização aberta e, dependendo das condições de manejo da cultura, pode atingir produtividades acima deste valor. Os frutos apresentam tamanho médio e são muito doces, o que confere um sabor especial. Uma importante característica desta cultivar nas condições do Cerrado do Planalto Central é a produção na entressafra das demais cultivares de pitayas desenvolvidas pelo programa de melhoramento genético realizado na Embrapa Cerrados.

Registro, proteção e lançamento de cultivares geneticamente superiores

Dentro do macroprocesso de inovação da Embrapa (Embrapa, 2020a), o desenvolvimento das cultivares é apenas uma etapa do processo da inovação tecnológica. Para que as cultivares geneticamente superiores cheguem até ao 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).

A base para as ações de pós-melhoramento é o registro das 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 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 têm a garantia de origem genética.

Além do registro, as cultivares podem ser protegidas no Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) (Brasil, 2020a). A proteção da cultivar assegura ao titular a exploração comercial da cultivar, 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 a cultivar plantada possui o potencial genético anunciado pela instituição ou detentor do direito de pro-

teção 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 da cultivar, bem como o governo e a sociedade como um todo.

Diante dos benefícios dos processos de registro e proteção de cultivares, a Embrapa possui uma política de realizar os lançamentos das 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 as cultivares desenvolvidas cheguem até aos produtores. Para uma cultivar ser protegida, há um conjunto de instruções normativas oficiais, diferentes formulários necessários ao pedido de proteção, instruções para 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).

No caso da pitaya, as instruções normativas e a tabela de descritores mínimos para os testes de DHE não existiam. Por meio de correspondência enviada ao SNPC e recebida em 11/11/2015, a Embrapa Cerrados solicitou a elaboração dessas instruções. Diante desta demanda, o SNPC-MAPA solicitou à Embrapa Cerrados que elaborasse e executasse um projeto com o objetivo de apoiar o SNPC na elaboração dos protocolos para proteção de cultivares de pitaya. Dessa forma, foi realizado o projeto Obtenção e Validação de Descritores de Diferentes Espécies e Cultivares de Pitaya (*Hylocereus undatus*, *Hylocereus costaricensis*, *Selenicereus setaceus* e *Selenicereus megalanthus*) visando à elaboração das instruções para execução de testes de Distinguibilidade, Homogeneidade e Estabilidade. O projeto foi realizado com sucesso e os resultados subsidiaram a publicação das instruções para execução dos ensaios de DHE de cultivares de pitaya em 9 de maio de 2019 (Brasil, 2020). Nestas instruções foram definidas as orientações para a execução dos ensaios de DHE e a Tabela das características da pitaya com 40 descritores, sendo 11 de cladódios, 14 de flores e 15 de frutos.

Para a obtenção dos descritores, é importante uma 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 instru-

ções oficiais para realização de testes de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade de cultivares de pitaya (Faleiro et al., 2021). No manual, é apresentada a metodologia de aplicação dos descritores morfoagronômicos de pitaya. Cada descritor e respectivas classes fenotípicas são apresentadas de forma ilustrada para uniformizar, padronizar e evitar erros no processo de obtenção dos descritores.

Principais resultados e recomendações técnicas para o sistema de produção

De forma paralela ao desenvolvimento das primeiras cultivares de pitaya do Brasil registradas e protegidas no Mapa, vários estudos foram realizados para otimizar o sistema de produção em sistemas convencionais e orgânicos. Para o desenvolvimento destes estudos, alguns experimentos foram estabelecidos na Unidade de Apoio da Fruticultura da Embrapa Cerrados e também foram obtidas informações nas unidades de validação de cultivares e unidades demonstrativas estabelecidas em parceria com a Emater DF (Distrito Federal e Entorno), o Recanto das Pitayas (Santa Catarina), Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Empresa Mato-Grossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural, diferentes unidades da Embrapa, Universidades, cooperativas e associações de fruticultores e colecionadores.

Um dos primeiros trabalhos relacionados ao sistema de produção foi a obtenção de recomendações técnicas para produção de mudas (Embrapa, 2020b). A produção de mudas de pitaya pode ser realizada por via seminífera ou vegetativa. A propagação vegetativa via cladódios apresenta vantagens relacionadas ao menor tempo para obtenção das mudas além da conservação das características genéticas das plantas matrizes. Em experimentos realizados na Embrapa Cerrados, foram avaliados o enraizamento de cladódios e a formação de mudas, visando otimizar a metodologia de propagação da pitaya (Figura 25). Mudanças de qualidade foram obtidas a partir de plantas com boas características de produção e sem problemas fitossanitários em diferentes tipos de substratos. Cladódios com maior número de gemas apresentaram maior potencial para a formação de mudas em menor intervalo de tempo, considerando o seu maior desenvolvimento de parte aérea e de raízes (Lima et al., 2012).



Fotos: Cristiane Andréa de Lima

Figura 25. Experimento para avaliação da produção de mudas de pitaya em diferentes tipos de substratos e com cladódios com diferentes números de gemas.

Os cladódios retirados das plantas matrizes podem ser utilizados para produção das mudas em sacos plásticos, mas também podem ser plantados diretamente no campo, desde que se faça boas covas ou berços com adequada adubação química e ou orgânica. Cladódios maiores levam ao desenvolvimento mais rápido das plantas. Uma recomendação importante é deixar os cladódios na sombra por alguns dias para propiciar uma pequena desidratação, a qual diminui problemas com bacterioses após o plantio no substrato ou diretamente no campo. Apenas 5 cm da base dos cladódios deve ser enterrada no substrato ou no solo para também diminuir o problema com bacterioses.

Com relação ao preparo das covas ou berços de plantio, com dimensões de 50 cm x 50 cm x 50 cm, deve-se separar a terra da parte superior (com maior presença de matéria orgânica) da terra da parte inferior. Na terra da parte superior, adicionar 300 g de superfosfato simples, 200 g de cloreto de potássio, 500 g de calcário dolomítico, 50 g de FTE BR 12 ou outra fonte de micronutrientes, 20 L de esterco bovino ou outra fonte equivalente de matéria orgânica. No caso do cultivo orgânico, adicionar 500 g de calcário dolomítico, 350 g de Yorin Master e 30 L de esterco bovino ou equivalente. Essa terra adubada deve ser colocada na parte inferior da cova, seguida da terra da parte inferior (Moreira et al., 2012).

Os estudos sobre as exigências nutricionais das diferentes espécies de pitayas e a necessidade de adubação estão avançando no Brasil. Costa (2012) mostrou que a adubação orgânica é de suma importância para as

pitayas. Respostas lineares da produtividade de plantas de pitayas da espécie *S. undatus* até 600 kg de N/ha foram verificadas por Araújo et al. (2012) e até 300 kg de K₂O/ha foram verificadas por Marques et al. (2012). Estes estudos evidenciaram que as pitayas são plantas exigentes em adubação nitrogenada e potássica quando se pretende obter alta produtividade de frutos por planta. O fósforo também é um macronutriente muito demandado na formação dos frutos e também deve ser fornecido, assim como o cálcio, magnésio e enxofre. Não podemos nos esquecer dos micronutrientes, principalmente o Zinco e o Boro.

Para a adubação de cobertura de plantas em plena produção, temos recomendado uma mistura de macro e micronutrientes com a seguinte proporção: 100 kg de sulfato de amônio, 50 kg de cloreto de potássio, 100 kg de fosfato monoamônico (map), 10 kg de sulfato de magnésio, 5 kg de sulfato de zinco e 5 kg de bórax. aplicar 200 g dessa mistura por planta mais 10 kg de esterco bovino de 2 em 2 meses.

A quantidade de macro e micronutrientes a serem fornecidos para as pitayas varia em função da disponibilidade desses nutrientes no solo e também em função da produtividade estimada do pomar. Com base em dados de literatura e experiência de campo de profissionais que acompanham os produtores de pitaya, Lone et al. (2020) propuseram recomendações gerais de calagem e adubação para pomares de pitaya.

Além da exigência das plantas de pitayas com relação ao macro e micronutriente, outro paradigma quebrado nos últimos anos foi a exigência das plantas de pitaya com relação à irrigação. As pitayas 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) com o fechamento dos estômatos durante o dia e abertura durante a noite (Mizrahi, 2014). Tem se verificado que as plantas de pitaya apresentam o CAM facultativo, ou seja, elas podem abrir os estômatos durante o dia em condições favoráveis, maximizando as trocas gasosas e a fotossíntese. Dessa forma, em ambientes favoráveis com disponibilidade de água e nutrientes, as plantas vão apresentar maior desenvolvimento e produtividade. Em regiões com déficit hídrico em diferentes meses do ano, como a região da Caatinga e do Cerrado, as pitayas respondem de forma muito positiva à irrigação.

Para os trabalhos de validação de cultivares desenvolvidas pelo programa de melhoramento genético realizado na Embrapa, as condições de manejo das plantas e do sistema de produção seguem a realidade do produtor, ou seja, as cultivares são testadas em diferentes regiões com diferentes condições edafoclimáticas e em propriedades rurais com diferentes sistemas de produção convencional ou orgânico. Dessa forma, as respostas das cultivares são analisadas em diferentes tipos de espaçamentos, sistemas de condução das plantas, tipos de tutores ou palanques, polinização manual ou natural, controle de plantas invasoras, estratégias de manejo fitossanitário, etc.

Com relação ao espaçamento, deve-se utilizar, no mínimo, 2 m entre plantas. Já o espaçamento entre linhas, vai depender do uso ou não do trator e implementos dentro do pomar. Normalmente, temos utilizado o espaçamento de 2,5 m entre plantas e 4 m entre linhas, totalizando mil plantas por hectare. Os tutores ou palanques podem ser feitos utilizando-se madeira ou alvenaria, com diferentes variações conforme ilustradas na Figura 26.



Fotos: Fábio Gelape Faleiro

Figura 26. Tutores e palanques de madeira (a, b) e alvenaria (c, d) e suas variações.

Tanto os postes de madeira quanto os postes de alvenaria permitem a condução das plantas com emissão das raízes aéreas (Figura 27). A madeira tem menor durabilidade, mesmo quando tratadas. O tratamento da madeira com produtos químicos pode aumentar um pouco a durabilidade, mas dependendo do produto pode causar restrições para a certificação de produção orgânica. De um modo geral, estes produtos diminuem a emissão de raízes aéreas das plantas dificultando a sua fixação e sustentação.



Fotos: Fábio Gelape Faleiro

Figura 27. Emissão de raízes aéreas em plantas de pitaya tutoradas em postes de madeira (a) e alvenaria (b).

Para a condução das plantas, deve-se retirar as brotações laterais (Figura 28a) e deixar duas a três ramificações por planta junto ao poste (Figura 28b). Para ajudar na fixação da planta ao poste, pode-se amarrar as plantas com fitas de pano ou de borracha. Não se deve utilizar arames ou outro material que possa danificar os cladódios.

Após a poda de formação, os cladódios vão crescer e ultrapassar o nível do pneu ou do palanque. Com o seu peso, este cladódio vai dobrar perdendo a atividade do meristema apical, fazendo com que ocorra a emissão de várias ramificações. O primeiro florescimento ocorre após 1 ano a 2 anos do plantio. Ao longo do tempo ocorre a sobreposição dos ramos. Os ramos mais velhos

e que já produziram ficam sombreados e diminuem muito o florescimento. Esses ramos devem ser podados (Figura 29), sendo ótimas fontes de novos materiais propagativos que podem ser vendidos pelo produtor ou utilizados para a ampliação do pomar.



Fotos: Fábio Galape Faleiro

Figura 28. Brotações laterais que devem ser eliminadas na poda de formação (a), deixando 2 ou 3 ramificações por planta (b).



Foto: Jamile da Silva Oliveira

Figura 29. Podas de ramos sombreados e que já produziram, tendo em vista a obtenção de material propagativo.

Os períodos de florescimento e frutificação das plantas de pitaya ocorrem principalmente nas épocas de maior temperatura, umidade e precipitação. Nas condições do Cerrado do Planalto Central, o início do florescimento é setembro e outubro para a espécie *S. setaceus* e de novembro e dezembro para a espécie *S. undatus*. Lima (2013) estudou a fenologia reprodutiva destas duas espécies e verificou que a floração e frutificação da espécie *S. setaceus* começou e terminou cerca de dois meses antes da espécie *S. undatus*. Outro resultado obtido por Lima (2013) foi que o tempo de desenvolvimento dos frutos (da gema reprodutiva até a colheita) foi de 91 a 98 dias para a espécie *S. setaceus* (Figura 30) e de 60 a 80 dias para a espécie *S. undatus* (Figura 31).

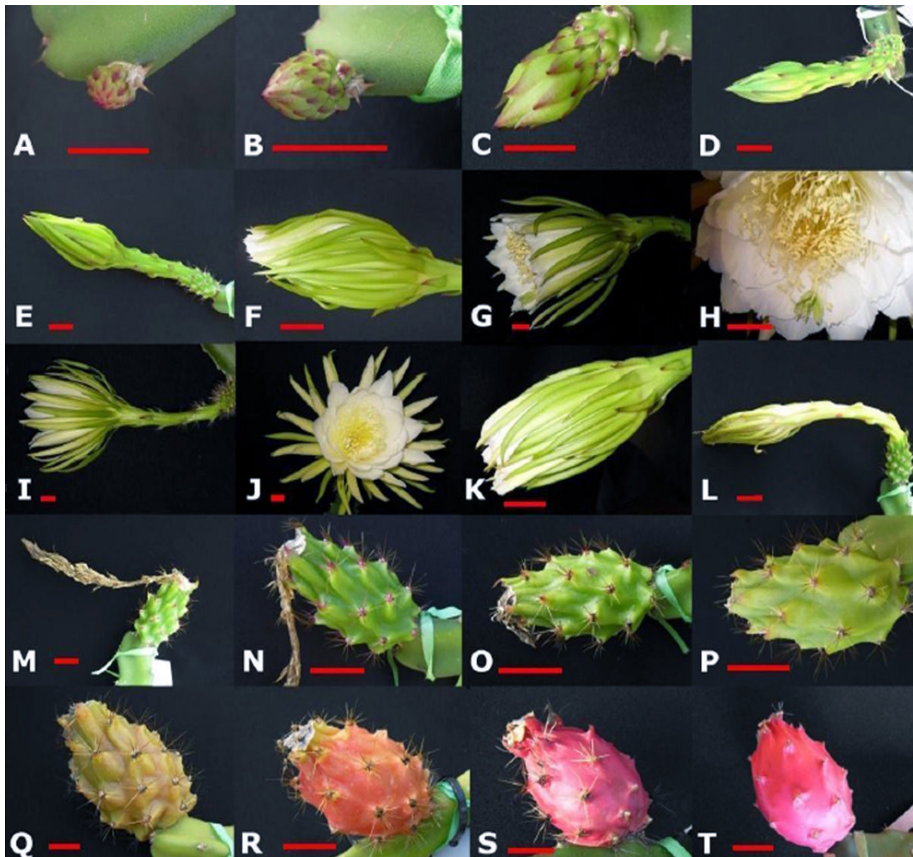


Figura 30. Diferentes fases do florescimento e frutificação da espécie *Selenicereus setaceus*. As barras vermelhas correspondem a 2 cm.

Fonte: Lima (2013).

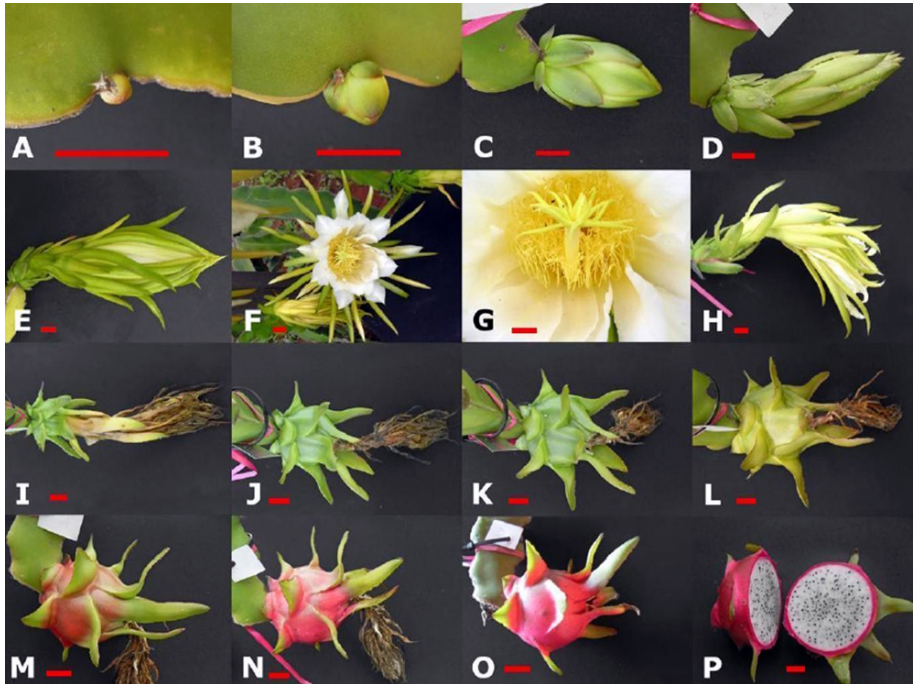


Figura 31. Diferentes fases do florescimento e frutificação da espécie *Selenicereus undatus*. As barras vermelhas correspondem a 2 cm.

Fonte: Lima (2013).

Uma etapa importante no sistema de produção das pitayas é a polinização, que pode ser feita pelos polinizadores naturais noturnos, como mariposas e morcegos, e diurnos, como vespas e abelhas, que visitam as flores abertas durante as primeiras horas do dia. A polinização também pode ser feita manualmente pelo produtor utilizando os dedos ou pincéis de maquiagem ou cotonetes. Alguns produtores utilizam pequenos aspiradores a bateria para a coleta do pólen. O processo de polinização cruzada é essencial para as espécies e seleções autoincompatíveis. Algumas seleções de pitayas são autocompatíveis, ou seja, as flores podem ser polinizadas com o pólen da mesma flor. Algumas seleções de pitayas, além de serem autocompatíveis, são autopolinizáveis, ou seja, a polinização ocorre durante a antese.

As flores das pitayas abrem durante a noite e permanecem abertas nas primeiras horas da manhã; portanto, a polinização deve ocorrer nesse pequeno período de tempo. Quando ocorrem chuvas durante a noite, a polinização e fecundação das flores podem ficar comprometidas porque a água pode inviabilizar o pólen e prejudicar a receptividade do estigma. Por esse motivo, quando há previsão de chuvas e de abertura de flores para a mesma noite, muitos produtores utilizam copos descartáveis de 500 mL ou sacos de tnt (tecido não tecido) para proteger as flores da chuva durante a noite. Nas primeiras horas da manhã, é feita a polinização manual, garantindo, assim, a fecundação e o desenvolvimento dos frutos.

Outra recomendação importante para os produtores é o controle das plantas invasoras. Como as plantas de pitaya apresentam raízes superficiais, deve-se evitar o uso de enxadas, enxadas rotativas e também de herbicidas. Normalmente, o controle das invasoras é feito com o uso do *mouching*, utilizando plástico ou cobertura morta ou viva. No caso da cobertura viva, o amendoim forrageiro tem sido muito utilizado na região Sul do Brasil, e a *brachiaria*, na região do Cerrado (Figura 32). Pode-se combinar o uso de cobertura morta na linha e cobertura viva na entrelinha (Figura 33). Plantas de cobertura são importantes para proteger o solo, ciclar nutrientes, manter a umidade do solo e fornecer matéria orgânica, melhorando as características físicas, químicas e biológicas do solo. Algumas plantas de cobertura, como o amendoim forrageiro e outras leguminosas, também são importantes para a fixação biológica do nitrogênio, que é um macronutriente muito demandado pelas pitayas.



Fotos: Fábio Gelape Faleiro



Figura 32. Uso do amendoim forrageiro e da brachiaria para cobertura do solo e controle de plantas invasoras em pomares de pitaya.



Foto: Geovane Alves de Andrade

Figura 33. Combinação de cobertura morta na linha e cobertura viva na entrelinha para proteção do solo e das raízes superficiais das plantas de pitaya, além do controle de plantas invasoras em pomares de pitaya.

Outra recomendação importante é o controle fitossanitário. Lone et al. (2020) fizeram um relato das principais pragas e doenças das pitayas e de algumas estratégias de controle. Na Embrapa Cerrados foi feito o levantamento e identificação das principais pragas com destaque para as formigas cortadeiras, abelhas arapuá, pulgões, percevejos, coleópteros e nematoides. Entre as doenças, merecem destaque as podridões causadas por diferentes tipos de bactérias e fungos. Na Figura 34, são ilustrados algumas destas pragas e os danos causados.



Fotos: Geovane Alves de Andrade, Fábio Gelape Faleiro

Figura 34. Danos causados por formigas cortadeiras (a), abelhas arapuá (b), besouro-das-flores (c), pulgões (d), podridões bacterianas (e) e podridões fúngicas (f).

Desenvolvimento da cadeia produtiva e agregação de valor

Apesar de o cultivo da pitaya ser bem recente no Brasil e no Mundo, existe um avanço e uma perspectiva de desenvolvimento e fortalecimento da cadeia produtiva desta frutífera em todas as regiões do Brasil. Já existem várias experiências de sucesso de cultivo da pitaya em sistemas convencionais, como no Rancho do Dragão, em Hidrolândia, Goiás (Embrapa, 2020c), e em sistemas orgânicos, como no Recanto das Pitayas, em Turvo, Santa Catarina (Embrapa, 2020d).

O lançamento das primeiras cultivares de pitayas com garantia de origem genética e desempenho agrônômico comprovado em várias regiões do Brasil e os ajustes nos sistemas de produção convencional e orgânico podem impulsionar o investimento dos fruticultores, contribuindo para o fortalecimento de toda a cadeia produtiva. Já existem vários produtores investindo no cultivo da pitaya e muitos outros estudando a tecnologia de produção e as possibilidades de desenvolvimento de mercado ao nível local e regional para a comercialização da produção. Na Figura 35, uma ideia da grande participação em eventos técnicos sobre o cultivo da pitaya em Santa Catarina, São Paulo e Distrito Federal.



Fotos: Fábio Gelape Faleiro

Figura 35. Público participante do curso e seminário sobre pitaya orgânica em Turvo, Santa Catarina (a), do Seminário sobre a Pitaya em Presidente Prudente, São Paulo (b) e Visitas à Unidade Demonstrativa de Pitayas na Agrobrasília, Brasília, Distrito Federal (c).

O desenvolvimento da cadeia produtiva também está relacionado aos trabalhos de marketing e promoção das pitayas como frutas especiais de alto valor agregado em função de suas propriedades funcionais relacionadas à melhoria da defesa do corpo como fonte de vitaminas, ferro, cálcio e fósforo; diminuição do colesterol e glicose no sangue; excelente fonte de fibras e proteína vegetal, alta concentração de antioxidantes, além das propriedades antiestresse, antimicrobianas e anti-inflamatórias. Tais propriedades estão levando a um aumento da demanda por pitayas, gerando, assim, um consequente aumento da oferta.

Esse aumento da oferta pode levar a um maior interesse da agroindústria no processamento integral dos frutos, ou seja, com aproveitamento não somente da polpa, mas das sementes e da casca. Barbieri et al. (2019), ao analisar os teores de nutrientes nas diferentes partes do fruto, verificaram que as sementes apresentaram os maiores valores de B, Cu, Fe, Mg, P, S, Zn e proteínas, enquanto a casca apresentou maiores teores de B, Ca, K, Mg, Mn, flavonoides e antocianina.

Diversos produtos podem ser obtidos a partir da pitaya como forma de agregar valor à matéria prima para processamento de sucos, sorvetes, doces, iogurtes, geleias, licores, cachaças, vinhos, cervejas e até chips liofilizados (Figura 36). Ações de marketing são necessárias para que mais pessoas conheçam as potencialidades de usos dos frutos das pitayas e também o próprio fruto das diferentes espécies de pitayas para consumo in natura (Figura 37). Este conhecimento é fundamental para aumentar a demanda e fortalecer a cadeia produtiva.



Figura 36. Produtos obtidos com frutos das pitayas.



Fotos: Fábio Gelape Faleiro

Figura 37. Ações de marketing e a beleza dos frutos das pitayas.

Considerações finais

As ações de pesquisa, desenvolvimento e inovação com as pitayas na Embrapa e parceiros, iniciadas na década de 1990, estão culminando no desenvolvimento de soluções tecnológicas relacionadas às cultivares geneticamente superiores de diferentes espécies de pitayas e ao desenvolvimento e ajustes dos sistemas de produção convencionais e orgânicos. Tais soluções tecnológicas estão contribuindo para o fortalecimento da cadeia produtiva das pitayas no Cerrado e em outras regiões do Brasil.

Referências

ARAÚJO, N. A.; MARQUES, V. B.; CORRÊA, M. C. M.; MENDES, F. I. B.; BERNARDES, D. F. V. Produção de frutos de pitaya (*Hylocereus undatus*) em resposta a adubação nitrogenada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22., Bento Gonçalves, 2012. **Anais...** Bento Gonçalves: SBF, 2012. 4 p.

BARTHLOTT, W.; HUNT, D. R. Cactaceae. In: KUBITZKI K.; ROHWER J. G.; BITTRICH, V. (ed.). Flowering Plants Dicotyledons. The Families and Genera of Vascular Plants, vol 2. Springer: Berlin, Heidelberg, 1993. p. 161-197.

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-nc>. 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.

CULTIVO de pitaya pode render bons lucros: pitaya: fruta conquista pelo sabor e valor agregado. **Campo & Negócios**, v. 147, p. 44-51, set. 2017.

COSTA, A. C. **Adubação orgânica e ensacamento de frutas na produção da pitaya vermelha**. Lavras: UFLA, 2012. 69 f. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

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

EMBRAPA. **Pitaya**: Informações e instruções para produção de mudas. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/3503/pitaya---informacoes-e-instrucoes-para-producao-de-mudas>. Acesso em: dez. de 2020b.

EPAGRI. **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: set. 2020.

FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L. de; RIBEIRO JÚNIOR, W. Q. (ed.). **Pré-melhoramento, melhoramento e pós-melhoramento**: estratégias e desafios. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. 183 p. il.

FALEIRO, F. G.; SANTOS, F. S.; JUNQUEIRA, K. P. Registro e proteção de cultivares de maracujá. In: MORERA, M. P.; COSTA, A. M.; FALEIRO, F. G.; CARLOSAMA, A. R.;

CARRANZA, C. **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>

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. 58 p.

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

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

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. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 13, p. 1365-1368, 2007. Suplemento. Edição dos Anais do 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. 1 CD-ROM.

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

LIMA, C. A. DE; COHEN, K. de O.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BELLON, G.; CASTELO BRANCO, M. T.; FUHRMANN, E.; LEÃO, A. J. P.; OLIVEIRA, R. R. de. Caracterização físico-química e de compostos funcionais em frutos de pitaya. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21., 2010, Natal. **Frutas**: saúde, inovação e responsabilidade. Natal: SBF, 2010. 1 CD-ROM.

LIMA, C. A. de; 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, maio/jun. p. 377-383, 2013a.

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

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

MARQUES, V. B.; MENDES, F. I. B.; ARAÚJO, N. A.; ALMEIDA, E. I. B.; CORRÊA, M. C. M. Produção de pitaia (*Hylocereus undatus*) em função de doses de K. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22., 2012, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: SBF, 2012. 4 p.

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

MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; SILVA, F. O. R.; MARQUES, V. B. **Cultivo da pitaiá:** Implantação. Lavras, MG: Editora UFLA. 2012. 16 p. (Boletim Técnico, 92).

DOCE sabor do cacto. **Revista Natureza**, v. 328, p. 86-90, maio 2015.

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: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 19., 2006, Cabo Frio. **Frutas do Brasil:** Saúde para o mundo: palestras e resumos. Cabo Frio: SBF, 2006. p. 244.

Embrapa

Cerrados

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL