



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS, FISIOLÓGICAS E
AGRONÔMICAS DE GENÓTIPOS DE PITAYA CULTIVADOS NA
REGIÃO DO CERRADO DO PLANALTO CENTRAL BRASILEIRO**

HELLEN CHRISTINE PROCHNO

TESE DE DOUTORADO EM AGRONOMIA

BRASÍLIA/DF
SETEMBRO/2022



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS, FISIOLÓGICAS E
AGRONÔMICAS DE GENÓTIPOS DE PITAYA CULTIVADOS NA
REGIÃO DO CERRADO DO PLANALTO CENTRAL BRASILEIRO**

HELLEN CHRISTINE PROCHNO

ORIENTADOR: FÁBIO GELAPE FALEIRO

PUBLICAÇÃO: _____/2022

BRASÍLIA/DF
SETEMBRO/2022



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS, FISIOLÓGICAS E
AGRONÔMICAS DE GENÓTIPOS DE PITAYA CULTIVADOS NA
REGIÃO DO CERRADO DO PLANALTO CENTRAL BRASILEIRO

HELLEN CHRISTINE PROCHNO

TESE DE DOUTORADO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM AGRONOMIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À
OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM AGRONOMIA.

APROVADO POR:

FÁBIO GELAPE FALEIRO, Dr. / Universidade de Brasília; Embrapa Cerrados
CPF: 739.634.706-82 / E-mail: fabio.faleiro@embrapa.br

NARA OLIVEIRA SILVA SOUZA, Dra. / Universidade de Brasília
CPF: 033.300.726-36 / E-mail: narasouza@unb.br

MICHELLE SOUZA VILELA, Dra. / Universidade de Brasília
CPF: 919.623.401-63 / E-mail: michellevilelaunb@gmail.com

SONIA MARIA COSTA CELESTINO, Dra. / Embrapa Cerrados
CPF: 004.158.136-97 / E-mail: sonia.celestino@embrapa.br

WANDERLEI ANTONIO ALVES DE LIMA, Dr. / Embrapa Cerrados
CPF: 807.942.466-72 / E-mail: wanderlei.lima@embrapa.br

BRASÍLIA/DF, 25 DE AGOSTO DE 2022.

FICHA CATALOGRÁFICA

Prochno, Hellen Christine

Características morfológicas, fisiológicas e agronômicas de genótipos de pitaya cultivados na região do Cerrado do Planalto Central Brasileiro. / Hellen Prochno orientação de Fábio Gelape Faleiro. – Brasília, 2022.

236p. : il.

Tese de Doutorado – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2022.

1. Pitaya. 2. Melhoramento Genético. 3. Fruticultura. I. Faleiro, F. G.
II. Título.

CDD ou CDU

Agris / FAO

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

PROCHNO, H. C. Características morfológicas, fisiológicas e agronômicas de genótipos de pitaya cultivados na região do Cerrado do Planalto Central Brasileiro. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2022, 236p. Tese de Doutorado.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Hellen Christine Prochno

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Características morfológicas, fisiológicas e agronômicas de genótipos de pitaya cultivados na região do Cerrado do Planalto Central Brasileiro

GRAU: Doutorado

ANO: 2022

É concedida à Universidade de Brasília de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado para única e exclusivamente propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada à fonte.

Nome: Hellen Christine Prochno

CPF: 061.406.359-00

Endereço: DF-150, km 2,5, Condomínio Solar de Athenas, casa J22. Sobradinho – DF.

Telefone: (77) 9 9904-7331

E-mail: hellenprochno@hotmail.com

Ao meu esposo, pais e irmãos, aqueles que
estiveram sempre ao meu lado não me
permitindo esmorecer. Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, acima de tudo, fonte infinita de amor e compreensão. Obrigada por me carregar no colo quando me faltaram forças para continuar na caminhada.

À Universidade de Brasília (UnB) por me permitir a oportunidade de adentrar e fazer parte de uma instituição federal e, mais ainda, me permitir realizar um curso de doutorado.

Ao meu orientador Fábio Gelape Faleiro, por todo o suporte prestado durante o desenvolvimento do trabalho. Nenhuma palavra no mundo é capaz de expressar meu sentimento de gratidão por toda paciência, compreensão e empatia que teve comigo durante esse tempo.

Ao meu esposo Luiz Fernando Sibut Neto que me apoiou a começar e nunca me permitiu desistir. Sua força e incentivos foram essenciais para essa conquista, sem você ao meu lado eu não teria conseguido.

Aos meus pais Eliseu Antonio Prochno e Dagna Teresinha Prochno, por serem sempre meu porto seguro e minha base. Obrigada por sempre me mostrarem a importância da busca pelo conhecimento e por sempre me incentivarem a isso. Sem os ensinamentos de vocês, isso não estaria acontecendo.

Aos meus irmãos Hanna Caroline Prochno e Higor Eduardo Prochno. A amizade e o amor de vocês me fazem seguir adiante. Ter vocês ao lado me incentiva a buscar ser uma pessoa melhor dia após dia.

À Jamile da Silva Oliveira, aquela que foi essencial para o andamento e conclusão deste trabalho. Obrigada por todo suporte, carinho, cuidado e auxílio. Sem você tudo teria sido mais difícil. Serei eternamente grata.

Aos colegas estagiários Adriana, Neto, Bella e José. A dedicação e auxílio vocês foram muito importantes para a condução deste trabalho.

À todos os colaboradores da Embrapa Cerrados, principalmente ao Geovane e ao Sr. Paixão pelo suporte e carinho durante esses anos.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Veterinária da UnB por todos os ensinamentos compartilhados dentro e fora de sala de aula.

À toda equipe do Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Embrapa Cerrados por nos ceder a estrutura, equipamentos e pessoal para realização das análises dos frutos.

Às Doutoradas Sônia Maria Costa Celestino e Maria Madalena Rinaldi pela prestatividade, paciência e ensinamentos compartilhados.

À diretoria da KWS LTDA por me permitir realizar o sonho de cursar o curso de doutorado, compreendendo a minha falta nos dias de trabalho.

À minha eterna e amada equipe da Estação Experimental de Luis Eduardo Magalhães. Obrigada por serem firmes e fortes. O suporte de todos vocês na minha ausência foi fundamental para que eu não tivesse desistido no meio do caminho.

Aos meus amigos e familiares. A compressão de vocês nas incontáveis vezes em que estive ausente sempre acalentou meu coração.

RESUMO

A cultura da pitaya tem se tornado uma opção interessante para o produtor rural brasileiro como uma nova alternativa de produção. Portanto, a Embrapa Cerrados iniciou na década de 1990 o programa de melhoramento e seleção de pitaya visando disponibilizar aos produtores brasileiros variedades adaptadas às condições edafoclimáticas do país. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo avaliar as características morfológicas, fisiológicas e agrônômicas das plantas e as características físico-químicas dos frutos de seis genótipos superiores de pitaya desenvolvidos pela Embrapa Cerrados. Os experimentos foram conduzidos na Unidade de Apoio a Fruticultura na Embrapa Cerrados. Foram avaliados seis genótipos, sendo eles: BRS Lua do Cerrado (*Selenicereus undatus*), BRS Luz do Cerrado (*S. undatus*), CPAC Roxa (*S. costaricensis*), BRS Granada do Cerrado (*S. undatus* x *S. costaricensis*), BRS Âmbar do Cerrado (*S. megalanthus*) e BRS Minipitaya do Cerrado (*S. setaceus*). Foi observado que os seis genótipos de pitaya desenvolvidos pela Embrapa Cerrados possuem estruturas reprodutivas diferentes fenotipicamente. As BRS Granada do Cerrado e CPAC Roxa possuem janela de produção de frutos mais ampla que as demais. Verificou-se que a BRS Âmbar do Cerrado não possui janela de produção bem definida, produzindo frutos durante praticamente todo o ano. Apesar de ter sido observado amarelecimento e lesões dos tecidos dos cladódios devido às altas temperaturas e radiação solar, não foi observada redução na produtividade devido a este fator. Foram observadas diferenças quanto as características físicas e capacidade de produção entre os seis genótipos. Os genótipos da espécie *S. undatus* produzem frutos maiores e mais pesados. A BRS Granada do Cerrado produz mais frutos por planta e possui maior capacidade de produção por planta, acarretando em uma maior produtividade estimada por hectare. A realização do manejo de desponte dos cladódios não resultou na indução de gemas vegetativas e reprodutivas em nenhum dos seis genótipos avaliados. Foram observadas diferenças significativas entre os genótipos para todas as características físico-químicas avaliadas nos frutos. A BRS Luz do Cerrado e BRS Lua do Cerrado produzem frutos de polpa branca e casca vermelha. A BRS Minipitaya do Cerrado produz frutos de polpa branca e casca vermelha com espinhos. A BRS Granada do Cerrado e CPAC Roxa possuem polpa e casca vermelha. E a BRS Âmbar do Cerrado apresenta frutos de polpa branca e casca amarela com espinhos. A BRS Âmbar do Cerrado produz frutos mais doces devido aos altos teores de sólidos solúveis. Os genótipos mostraram-se capazes de propiciar um escalonamento de produção com garantia de comercialização durante quase todo o ano. Além disso, o alto teor de sólidos solúveis e baixa acidez dos frutos são indicativos de frutos agradáveis ao paladar do consumidor. Neste sentido, os seis genótipos de pitaya desenvolvidos pela Embrapa Cerrados são uma alternativa no sentido de diversificar a produção da propriedade rural de forma promissora e rentável, além de possibilitar a utilização de variedades produtivas e adaptadas a região de do cerrado.

Palavras-chave: *Hylocereus* sp., *Selenicereus* sp., fenologia, produtividade, características físico-químicas.

ABSTRACT

The pitaya culture has become an interesting option for Brazilian farmers as a new crop alternative. Therefore, Embrapa Cerrados started in the 1990s the pitaya breeding and selection program to provide varieties adapted to the Brazilian's climate conditions. The aim of this work was evaluate the morphological, physiological and agronomic characteristics of the plants and the physicochemical characteristics of the fruits of six pitaya genotypes developed by Embrapa Cerrados. The trials were conducted at the Fruticulture Support Unit at Embrapa Cerrados. Six genotypes were evaluated, namely: BRS Lua do Cerrado (*Selenicereus undatus*), BRS Luz do Cerrado (*S. undatus*), CPAC Roxa (*S. costaricensis*), BRS Granada do Cerrado (*S. undatus* x *S. costaricensis*), BRS Amber from Cerrado (*S. megalanthus*) and BRS Minipitaya from Cerrado (*S. setaceus*). It was observed that the six genotypes of pitaya developed by Embrapa Cerrados have phenotypically different reproductive structures. The BRS Granada do Cerrado and CPAC Roxa have a longer window of fruit production. It was found that BRS Âmbar do Cerrado does not have a well-defined production window, producing fruits practically the whole year. Despite the yellowing and degradation of cladode tissues due to high temperatures and solar radiation, no yield decrease was observed due to this factor. Differences in physical plant characteristics and yield plant capacity were observed among the six genotypes. *S. undatus* species produced larger and heavier fruits. BRS Granada do Cerrado produces more fruits per plant and has a greater production capacity per plant, resulting in a higher estimated yield per hectare. The cladode tip cutting did not results in the induction of vegetative and reproductive buds in any of the six genotypes evaluated. Significant differences were observed between the genotypes for all of the physicochemical characteristics evaluated in the fruits. BRS Luz do Cerrado and BRS Lua do Cerrado produced fruits with white pulp and red skin. BRS Minipitaya do Cerrado produces fruits with white pulp and red skin with spines. BRS Granada do Cerrado and CPAC Roxa have red pulp and skin. BRS Âmbar do Cerrado has fruits with white pulp and yellow skin with spines. BRS Âmbar do Cerrado produces sweeter fruits due to the high levels of soluble solids content. The genotypes developed by Embrapa Cerrados are able to promoted harvest during the most of the months ensuring the commercialization during almost the whole year. In addition, all the genotypes evaluated proved to be good to the consumer's taste due to the high soluble solids content and low acidity of the fruits. So, six pitaya genotypes developed by Embrapa Cerrados are an alternative in the sense of diversifying the production in the fruit farms using a promising and profitable culture, in addition to ensure the use of varieties adapted to the Cerrado Brazilian region.

Key words: *Hylocereus* sp., *Selenicereus* sp., phenology, yield, physicochemical characteristics.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	11
1.1 PROBLEMÁTICA E RELEVÂNCIA	13
1.2 OBJETIVO GERAL	15
1.2.1 Objetivos Específicos	16
2. REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 ORIGEM, TAXONOMIA E CARACTERÍSTICAS GERAIS DA PITAYA	17
2.2 O CULTIVO DE PITAYA NO BRASIL E NO MUNDO	23
2.3 FORMAS DE UTILIZAÇÃO E BENEFÍCIOS DO CONSUMO	26
2.4 MELHORAMENTO GENÉTICO DE PITAYA NO BRASIL E NO MUNDO	29
2.5 SISTEMAS DE PRODUÇÃO E PRÁTICAS CULTURAIS NA CULTURA DA PITAYA	34
2.5.1 Métodos de Propagação das Espécies de Pitaya	35
2.5.2 Instalação do Pomar e Tutoramento das Mudas	39
2.5.3 Práticas de Adubação em Pomares de Pitaya	43
2.5.4 Uso da Irrigação no Cultivo de Pitaya	46
2.5.5 Incidência e Controle de Insetos, Doenças e Plantas Daninhas na Pitaya	48
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
CAPÍTULO 1 – FENOLOGIA DA PRODUÇÃO DE GENÓTIPOS DE PITAYA CULTIVADOS NA REGIÃO DO CERRADO DO PLANALTO CENTRAL BRASILEIRO	83
1.1 INTRODUÇÃO	86
1.2 MATERIAL E MÉTODOS	88
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	91
1.3.1 Fenologia da Produção	91
1.3.2 Antese Floral	107
1.3.3 Características Fenotípicas das Gemas e Botões Florais, Flores e Frutos	109
1.3.4 Insetos e Animais	116
1.3.5 Estresses Abióticos	120
1.4 CONCLUSÕES	124
1.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	125

CAPÍTULO 2 – EFEITO DO DESPONTE DE CLÁDODIOS NA EMISSÃO DE GEMAS VEGETATIVAS E REPRODUTIVAS DE GENÓTIPOS DE PITAYA.....	133
2.1 INTRODUÇÃO	136
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	138
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	141
2.4 CONCLUSÃO	150
2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	151
CAPÍTULO 3 - CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DOS FRUTOS DE GENÓTIPOS DE PITAYA CULTIVADOS NA REGIÃO DO CERRADO NA REGIÃO DO CERRADO DO PLANALTO CENTRAL BRASILEIRO.....	157
3.1 INTRODUÇÃO	160
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	162
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	169
3.4 CONCLUSÃO	197
3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	198
CAPÍTULO 4 – ADAPTAÇÃO E CAPACIDADE PRODUTIVA DE GENÓTIPOS DE PITAYA NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DA NA REGIÃO DO CERRADO DO PLANALTO CENTRAL BRASILEIRO.....	209
4.1 INTRODUÇÃO	212
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	214
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	217
4.4 CONCLUSÕES	229
4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	230

1. INTRODUÇÃO GERAL

O setor de agronegócios brasileiro tem crescido ano após ano, não somente devido à produção de grãos, mas a fruticultura também vem sendo um grande exemplo de outras cadeias produtivas em expansão no agronegócio. A produção de frutas é uma das principais geradoras de emprego e renda no campo, uma vez que suas atividades empregam 5,9 milhões de pessoas, colaborando para a melhora na qualidade de vida dos pequenos produtores e trabalhadores rurais (CARVALHO et al., 2019).

Acredita-se que o aumento da demanda na produção de frutas justifica-se tanto pela necessidade de exportação de frutos de alta qualidade para os mercados internacionais, bem como, pela mudança de hábitos alimentares dos consumidores nacionais, que estão optando por uma alimentação mais saudável e funcional (BASTOS et al., 2006; SILVA; MARTINS; CAVALLARI, 2011).

Além das frutas mais comumente conhecidas e consumidas, o mercado nacional e internacional de frutas tem se tornado mais aberto ao consumo de frutas exóticas devido, principalmente, ao excelente trabalho dos órgãos de pesquisa e dos meios de comunicação na divulgação dos benefícios à saúde trazidos com o consumo desses produtos (SILVA; MARTINS; CAVALLARI, 2011). Nesse sentido, frutas exóticas como a pitaya (*Hylocereus* sp. e *Selenicereus* sp.) têm ocupado um nicho crescente no mercado de frutas, influenciada, principalmente, pela crescente demanda do mercado mundial devido a ser uma excelente fonte de vitaminas, minerais, fibras e proteína vegetal (BASTOS et al., 2006; CORDEIRO et al., 2015; LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006; ORTIZ; TAKAHASHI, 2020; RODRÍGUEZ, 2000).

A pitaya, popularmente conhecida como fruta do dragão, é uma planta perene pertencente à família Cactaceae e originária das Américas, encontrando-se distribuída nos países da Costa Rica, Venezuela, Panamá, Uruguai, Brasil, Colômbia e México (CANTO, 1993). O Brasil iniciou a comercialização de pitaya em 2005, com crescente aumento na produção ano após ano, sendo que o estado de São Paulo é o que mais se destaca tanto pelo cultivo, quanto pelo volume comercializado, seguido por Santa Catarina e Minas Gerais (IBGE, 2017).

Devido a sua aparência singular em suas cores, sabores e formatos, as pitayas atraem a curiosidade e o paladar de muitos consumidores, gerando aumento da procura por esse alimento. O consumo da pitaya tem sido crescente também devido ao incremento das comprovações científicas relacionadas aos seus inúmeros benefícios à saúde (SILVA; MARTINS; CAVALLARI, 2011). Fruto rico em vitaminas, a pitaya auxilia no processo digestivo, possui efeito positivo no tratamento de gastrites, tem ação preventiva contra o câncer de cólon, reduz os níveis de diabetes, colesterol e pressão alta, além de ajudar na neutralização de substâncias tóxicas como os metais pesados (DAM, 2009).

As informações disponíveis sobre a cultura da pitaya na bibliografia técnica e científica, de modo geral, ainda são muito escassas quando comparada às informações disponíveis sobre as outras frutíferas cultivadas. Desta maneira, é muito importante o direcionamento dos estudos das instituições de pesquisa para a cultura da pitaya no sentido de fornecer informações específicas e confiáveis no que se diz respeito ao manejo, adaptabilidade e produtividade da cultura; características físicas e químicas dos frutos; além do desenvolvimento de cultivares mais produtivas e adaptadas aos diferentes ambientes de plantio e condições edafoclimáticas do território brasileiro.

1.1 PROBLEMÁTICA E RELEVÂNCIA

A produção de pitayas (*Hylocereus* sp. e *Selenicereus* sp.) vem sendo considerada uma ótima alternativa de diversificação de produtos dentro do sistema produtivo de propriedades que trabalham com fruticultura. Acredita-se que um dos fatores que tem contribuído com o aumento do interesse no cultivo da pitaya, é o fato de essas cactáceas representarem uma alternativa promissora para o desenvolvimento da fruticultura brasileira (SILVA et al., 2016).

A pitaya é considerada uma cultura rústica e de fácil adaptação (EHRICH, 2018). Por pertencer à família das cactáceas, as pitayas possuem a capacidade fisiológica de conservar água, sendo uma cultura que exige pouca quantidade de água para a sua sobrevivência. Esses fatores tornam a pitaya uma importante oportunidade de renda para ambientes áridos e semiárido devido à alta capacidade de tolerância à estresses hídricos (POLLNOW, 2018). Esta é uma característica muito importante uma vez que a disponibilidade hídrica é fundamental para os processos fisiológicos das plantas bem como na translocação nutrientes como garantia do bom desenvolvimento e produção (TAIZ et al., 2017).

A facilidade do manejo cultural das plantas de pitaya é outro fator muito atrativo para o cultivo dessa espécie. A maioria dos estudos relacionados à adubação na cultura da pitaya mostram resultados positivos e satisfatórios dos níveis de produtividade e qualidade dos frutos através da utilização de compostos orgânicos no momento da adubação (MIZRAHI; NERD, 1999; NEGRI, 2006; ZEE et al., 2004), inclusive sem haver a necessidade de suplementação mineral (THOMSON, 2002). Tendo em vista que a utilização de fertilizantes e corretivos da fertilidade do solo podem representar até 25% do custo de produção de uma cultura, a possibilidade de utilização de compostos orgânicos como alternativa para a adubação da cultura da pitaya é um fator muito importante na redução dos custos de produção e aumento da lucratividade (VIDIGAL et al., 2010).

A alta produtividade das plantas de pitaya e alto valor comercial dos frutos também são alguns dos fatores mais atrativos para o aumento do cultivo no Brasil (NUNES et al., 2014). A pitaya é considerada uma frutífera de retorno rápido, pois possui capacidade de produção de frutos logo no primeiro ano após o transplante das estacas (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006; ZEE et al., 2004) e sua produção pode alcançar, em média, aproximadamente 20 t.ha⁻¹ no quinto e sexto ano de cultivo (HESSEN; TELLEZ, 1995). Em 2019, o valor pago pelo quilo da fruta variou entre R\$13,09 e R\$42,13, valores que variam em decorrência da época do ano, espécie e da demanda (JUNQUEIRA et al., 2002).

Apesar do aumento do consumo e da demanda de produção de frutos de pitayas, a cultura ainda é pouco estudada no Brasil, ressaltando-se, então, a necessidade de estudos relacionados às técnicas de cultivo e tecnologias que devem ser aplicadas para cultivos nas condições brasileiras (ANDRADE et al., 2008; CAVALCANTE et al., 2011; NEPOMOCENO et al., 2019). Além disso, há a necessidade de os programas de melhoramento desenvolverem variedades de pitaya geneticamente superiores mais adaptadas às diferentes regiões de cultivo do Brasil, atendendo às necessidades edafoclimáticas específicas de cada região do nosso país (JUNQUEIRA et al., 2008).

Com objetivo de atender as necessidades informativas da rede acadêmica e dos produtores brasileiros, a Embrapa Cerrados iniciou, na década de 1990, um programa de avaliação e seleção de pitayas comerciais e nativas do Cerrado (JUNQUEIRA et al., 2002). 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 de diferentes espécies de pitaya (FALEIRO; OLIVEIRA; JUNQUEIRA, 2020).

A Embrapa Cerrados tem trabalhado com diferentes espécies de pitaya, as quais apresentam variações na coloração da casca e polpa dos frutos: *Selenicereus undatus* (Haw.) Britton e Rose (frutos com casca vermelha e polpa branca), *Selenicereus 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* Rizz. (frutos com casca vermelha com espinhos e polpa branca) (FALEIRO et al., 2020b).

As ações do programa de melhoramento genético das pitayas realizado na Embrapa Cerrados permitiram o desenvolvimento de seis genótipos superiores de pitaya das principais espécies: BRS Lua do Cerrado (*S. undatus*); BRS Luz do Cerrado (*S. undatus*); BRS Âmbar do Cerrado (*S. megalanthus*); BRS Minipitaya do Cerrado (*S. setaceus*); BRS Granada do Cerrado (híbrido entre *S. undatus* e *S. costaricensis*); e CPAC Roxa (*S. costaricensis*). Estes genótipos estão em processo de registro frente ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), visando fornecer aos produtores rurais as primeiras variedades de pitaya registradas junto ao Registro Nacional de Cultivares.

Os materiais desenvolvidos estão sendo cultivados e estudados em diferentes regiões do Brasil com o intuito da disponibilização de variedades adaptadas às condições edafoclimáticas brasileiras. Este trabalho de tese visa contribuir com esse processo de desenvolvimento tecnológico voltado para a obtenção de recomendações técnicas de cultivo e recomendações das cultivares mais adaptadas às condições do Cerrado do Planalto Central.

1.2 OBJETIVO GERAL

Avaliar as diferenças entre seis genótipos de pitaya desenvolvidos pela Embrapa Cerrados, com base em características agronômicas como: produtividade, características físicas e físico-químicas dos frutos e fenologia da floração e frutificação.

1.2.1 Objetivos Específicos

- 1) Identificar e comparar as diferenças de fenologia de floração e frutificação entre os seis genótipos de pitaya estudados ao longo dos meses do ano;
- 2) Mensurar a produtividade de seis genótipos de pitaya desenvolvidos pela Embrapa Cerrados;
- 3) Verificar a influência da poda apical dos cladódios na emissão de gemas florais e frutificação dos diferentes genótipos e espécies de pitaya;
- 4) Determinar e comparar as características físico-químicas dos seis genótipos de pitayas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ORIGEM, TAXONOMIA E CARACTERÍSTICAS GERAIS DA PITAYA

Conhecida mundialmente como “dragon fruit”, ou fruta-do-dragão, a pitaya é uma planta da família das cactáceas originária das florestas tropicais e subtropicais das Américas Central e do Sul (ESQUIVEL; AYARA-QUESADA, 2012; MIZRAHI et al., 1997; ORTIZ-HERNANDÉZ, 2000; PERWEEN; MANDAL; HASAN, 2018). A palavra “pitaya” possui origem indígena e significa fruto com escamas (CHAGAS et al., 2014; ZEE et al., 2004).

Esta cultura foi originalmente domesticada pelas culturas pré-colombianas, onde eram utilizadas tanto para a alimentação como para medicamento. O primeiro registro sobre as pitayas é de 1494 feito por Pero Mártir, historiador do descobrimento das Américas pelos espanhóis. Data-se de 1535 a primeira representação em desenho desta cultura feita por Gonzalo Fernández de Oviedo y Valdés, colonizador espanhol (RODRÍGUEZ CANTO, 2013) (Figura 5.1). Porém, foi somente a partir da década de 1990 que essa fruta começou a ganhar destaque (LE BELLEC; VAILLANT, 2011).

A pitaya é uma cultura perene de hábito epífita facultativo, ou seja, iniciam seu desenvolvimento através do enraizamento no solo e depois desenvolvem-se sobre árvores ou pedras tornando-se totalmente epífitas (WALLACE; GIBSON, 2002). Possui expectativa de produção de 20 anos, podendo chegar até 25 anos (PERWEEN; MANDAL; HASAN, 2018).

Apesar de ser apreciada, principalmente, por suas qualidades ornamentais, existem cerca de 40 espécies com potencial para cultivo de frutos para o consumo humano (ESQUIVEL, 2004; SHETTY; RANA; PREETHAM, 2011). As características físicas e químicas dos frutos das pitayas variam de acordo com as diferentes espécies, havendo diferenças quanto ao formato,

presença ou ausência de espinhos, cor da casca e da polpa, teor de sólidos solúveis e pH na polpa, sendo tudo isso, reflexo da alta diversidade genética desta frutífera (LIMA et al., 2013).



Figura 5.1 - Primeira representação do fruto de pitaya, em forma de ilustração, feita pelo colonizador espanhol Gonzalo Fernández de Oviedo y Valdés em 1535. Fonte: SILVA; MATIA; OLIVEIRA, 2020.

As espécies utilizadas para consumo humano estão agrupadas em três gêneros principais: *Stenocereus* (Britton & Rose), *Cereus* (Mill), *Hylocereus* e *Selenicereus* (Riccob) (MIZRAHI, et al., 1997). Os gêneros mais difundidos mundialmente para o consumo dos frutos *Hylocereus* e o *Selenicereus* (BASTOS et al., 2006).

Há muitas controvérsias dentro da taxonomia das pitayas, o que levou a inúmeras considerações e revisões ao longo dos anos (BARTHLOTT; HUNT, 1993; BROWN, 1923; BUXBAUM, 1958; KOROTKOVA et al., 2017). Atualmente, Korotkova et al. (2017), baseado em filogenia molecular, subdividiu a tribo Hylocereeae em oito gêneros: *Acanthocereus*, *Aporacactus*, *Disocactus*, *Epiphyllum*, *Kimmachia*, *Pseudorhispalis*, *Selenicereus* e

Weberocereus. Neste sentido, este autor sugere que as espécies de pitaya, antes consideradas do gênero *Hylocereus*, sejam englobadas no gênero *Selenicereus*. As espécies *S. undatus* e *S. costaricensis*, por exemplo, já são consideradas pelo International Plant Names Index como espécies do gênero *Selenicereus* (IPNI, 2022).

Dentre as espécies com maior valor comercial e mais cultivadas mundialmente estão a *Selenicereus undatus* (fruto oblongo, com casca vermelha e polpa branca), a *Selenicereus megalanthus* (fruto oblongo com espinhos, com casca amarela e polpa branca), a *Hylocereus polyrhizus* (fruto oblongo, com casca vermelha e polpa vermelha) e a *Selenicereus costaricensis* (fruto globoso, com casca vermelha e polpa vermelha) (BASTOS et al., 2006; JUNQUEIRA et al., 2002; NERD; MIZRAHI, 1997; TEL-ZUR et al., 2011a). Além destas, outra espécie que também vem ganhando espaço no mercado consumidor é a *Selenicereus setaceus* (fruto oblongo com espinhos, pequeno, com casca vermelha e polpa branca) (JUNQUEIRA et al., 2002).

Segundo observações citológicas as espécies *S. undatus*, *H. monacanthus* e *S. costaricensis* são diploides ($2n = 2x = 22$), enquanto a *S. megalanthus* é uma espécie alotetraplóide ($2n = 4x = 44$) derivado da hibridização natural entre dois táxons diploides relacionados (LICHTENZVEIG et al., 2000; TEL-ZUR et al., 2004). As pitayas apresentam o Metabolismo Ácido das Crassuláceas (CAM), adaptando-se facilmente a condições áridas (SANTOS et al., 2010). O CAM 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).

As espécies de pitaya possuem caules classificados morfologicamente como cladódios. Os cladódios são triangulares e de bordas onduladas, são longos, possuem 5 a 7 cm de largura, suculentos e esverdeados com função fotossintetizante (CANTO et al., 1993; DONADIO,

2009; JUNQUEIRA et al., 2002; MOREIRA et al., 2012; PERWEEN; MANDAL; HASAN, 2018; SILVA; MARTINS; CAVALLARI, 2011).

Nas ondas das bordas dos cladódios existem as aréolas, distantes de 3 cm a 5 cm entre si. A aréola é uma estrutura altamente especializada e única, desenvolvida pelas cactáceas, possivelmente como forma de adaptação às condições climáticas do seu habitat natural. As aréolas possuem nós muito condensados, rodeados por tricomas e gemas axilares, neste sentido, possuem alta capacidade de diferenciação, podendo dar origem a novos cladódios ou a gemas reprodutivas (KISHORE, 2016). A partir do momento em que uma aréola se diferencia, esta perde a capacidade de se diferenciar novamente, não podendo originar mais nenhum órgão vegetativo ou reprodutivo (MARQUES, 2010).

As plantas de pitaya são desprovidas de folhas verdadeiras, por outro lado, possuem folhas modificadas que são os espinhos que se desenvolvem nas aréolas (PAULA; RIBEIRO, 2004). Cada aréola pode apresentar de três a seis espinhos, os quais variam de 1 mm a 4 mm de comprimento (DONADIO, 2009). As aréolas e espinhos variam com relação a forma, cor e aparência, sendo considerados importantes descritores morfológicos para a caracterização das diferentes espécies. (FALEIRO; OLIVEIRA; JUNQUEIRA, 2020; KISHORE, 2016).

As plantas de pitaya originadas por semente possuem dois tipos de raízes: a principal e as adventícias, que podem ser basais ou aéreas. A raiz principal se desenvolve a partir da radícula e depois de algum tempo de vida planta se atrofia. As raízes adventícias basais são desenvolvidas após o atrofiamento da raiz principal a partir da parte do cladódio que se encontra abaixo do nível do solo. Estas raízes são compridas, delgadas e se distribuem de forma superficial sobre o solo de forma fasciculada. As raízes adventícias aéreas são desenvolvidas ao longo dos cladódios, preferencialmente a partir da face mais plana. Estas raízes aéreas, apesar de auxiliarem na absorção de água e nutrientes, tem como função principal a fixação das plantas ao tutor no qual está apoiada (RODRÍGUEZ, 1993; ORTÍZ-HERNÁNDEZ, 2000).

As plantas originadas por propagação vegetativa possuem somente raízes adventícias, as quais tem origem na região do periciclo, dirigindo-se à epiderme através do córtex (CAVALCANTE, 2008). As raízes das plantas de pitaya possuem grande capacidade de extração de nutrientes, mesmo quando estes são encontrados em baixas concentrações no solo (LE BELLEC et al., 2006).

As flores de pitaya são hermafroditas, actinomorfas e se desenvolvem a partir das gemas nas aréolas. São grandes, com cerca de 30 cm a 40 cm de comprimento e 25 cm de diâmetro, em sua plena abertura. Possuem um leve aroma, são brancas, vistosas e, por isso, muito atrativas aos insetos e animais polinizadores (BARBEAU, 1990; WEISS; NERD; MIZRAHI, 1994). A forma das flores é tubular ou em campânula e possuem ovário na parte inferior, o qual é coberto por espinhos nas espécies *S. megalanthus* e *S. setaceus*. O lóbulo único abriga a câmara nectarial com uma grande quantidade de estames, cerca de 800, os quais arranjam-se em duas fileiras ao redor do pistilo, formado por estiletos de cor creme e o pólen é abundante e de cor amarela (DONADIO, 2009). Os estigmas e estames são de cor creme e, de modo geral, os estigmas apresentam-se sempre em tamanho superior às anteras (MIZAHARI et al., 2004).

As brácteas, que recobrem o botão floral, são totalmente verdes ou verdes com as bordas vermelhas. As pétalas podem ser brancas, amarelas ou rosadas a depender da espécie. As sépalas também possuem variação na coloração conforme a espécie, podendo ser esverdeadas por completo ou esverdeadas com as pontas avermelhadas. A antese ocorre no período noturno e ocorre apenas uma vez por flor. As flores são eretas e, quando abertas, orientadas pela busca da luz da lua ou do sol (CRANE; BALERDI, 2005; DONADIO, 2009; LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006).

A abertura floral inicia-se ao fim da tarde e as flores mantem-se abertas até as primeiras horas da manhã do dia seguinte. Após a antese, a flor se fecha e dispõe-se em posição pendente, ocorrendo a decomposição e desprendimento dos restos florais e, conseqüentemente, o início

do desenvolvimento do fruto (RABELO et al., 2020). A abertura e o fechamento das flores são controlados pelo movimento das pétalas, que é induzido pela diferença nas taxas de crescimento entre os dois lados. Além disso, o alongamento celular e a pressão de turgor também estão envolvidos na abertura da flor (VAN DOORN; VAN MEETEREN, 2003).

Os frutos de pitaya são epígenos do tipo baga indeiscente, de diferentes tamanhos e formatos globuloso, subglobuloso ou oblongo. Possuem coloração verde quando imaturos e, a depender da espécie, vermelho ou amarelo quando maduros. Os frutos desenvolvem-se tanto do ovário quanto do receptáculo que o envolve, ou seja, a polpa é formada a partir do ovário e a casca a partir do receptáculo que circunda o ovário (NERD; MIZRAHI, 1997; WEISS; NERD; MIZRAHI, 1994).

No início do desenvolvimento do fruto, as brácteas externas, as quais são originadas do receptáculo que envolve o ovário, recobrem completamente os frutos. Com o aumento do volume dos frutos, as brácteas diminuem de tamanho e permanecem verdes, mesmo após a mudança completa da coloração do fruto durante a maturação, tornando-se uma extensão do pericarpo (MARQUES et al., 2011). Nas espécies *S. megalanthus* e *S. setaceus*, os espinhos que recobrem o receptáculo do ovário mantem-se aderidos ao fruto durante todo o desenvolvimento e maturação (QUEIROGA et al., 2021).

Rica em fibras, baixo teor calórico e com excelentes qualidades digestivas, a polpa do fruto de pitaya é succulenta, levemente adocicada ou muito doce (dependendo da espécie e das variações dentro da espécie), de coloração branca ou vermelho e suas variações (CANTO, 1993; ESQUIVEL; AYARA-QUESADA, 2012; LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006; LORENZI et al., 2006; NUNES et al., 2014). A maturação fisiológica dos frutos de pitaya é iniciada pela primeira manifestação de mudança da coloração da casca (CASTILLO-MARTÍNEZ; ORTIZ-HERNANDÉZ, 1994). Durante o processo de amadurecimento, ocorrem diversas alterações na coloração, sabor e textura do fruto, o que influencia diretamente na pós-

colheita, atratividade visual, aceitação sensorial, rendimento, susceptibilidade ao ataque de microrganismos e a danos mecânicos, aspectos muito importantes para a comercialização e industrialização dos frutos (MAGALHÃES et al., 2019).

A polpa dos frutos de pitaya abriga uma enorme quantidade de sementes. As sementes são escuras, de formato ovalado, medem de 2 mm a 3 mm, são macias e comestíveis (ORTIZ-HERNÁNDEZ, 2000). Segundo Esquivel; Stintzing; Carle (2007), cada fruto contém cerca de 27 a 46 gramas de semente. As sementes possuem alta capacidade de germinação, podendo dar origem a novos indivíduos facilmente (ORTIZ-HERNÁNDEZ, 2000).

A pitaya é considerada uma planta altamente adaptável a um novo ambiente, devido, principalmente, à sua capacidade de tolerar estresses abióticos como períodos de seca e temperaturas extremas. Esta tolerância a condições adversas deve-se às estruturas especializadas como: modificação no caule para armazenamento de água, ausência de folhas e presença de cama cerosa no caule. Além disso, a pitaya é uma espécie que possui o Metabolismo Ácido das Crassuláceas (CAM) como mecanismo de fechamento dos estômatos durante o dia e fixação do carbono atmosférico (CO₂) durante a noite, prevenindo a perda de água durante o dia, quando os estômatos permanecem fechados (PIMENTEL, 1998; TAIZ et al., 2017). Por ocorrência dessas características, a planta de pitaya possui grande capacidade de produzir biomassa mesmo em habitats onde a precipitação é restrita, ou onde a evaporação é tão intensa que a chuva é insuficiente para o crescimento das culturas (LARCHER; 2006; TAIZ et al., 2017).

2.2 O CULTIVO DE PITAYA NO BRASIL E NO MUNDO

A conscientização da população mundial em relação à importância de uma alimentação saudável e equilibrada tem favorecido o aumento do consumo de frutas. Neste sentido, os

produtores rurais têm explorado novas alternativas de variedades e espécies, incluindo as espécies exóticas (ANDRADE et al., 2008).

Com a crescente demanda por frutos exóticos, o mercado da pitaya tem sido favorecido no mercado mundial. Devido à rusticidade da planta, esta espécie tem sido vista como uma alternativa promissora para cultivo em regiões de solos pedregosos, arenosos e rochosos, os quais são menos propícios ao desenvolvimento de outras culturas (ANDRADE et al., 2008). Além disso, o alto valor de mercado do quilo da fruta, também constitui um grande atrativo para o plantio dessa frutífera (JUNQUEIRA et al., 2002; SOUZA et al., 2006)

A pitaya é cultivada em pelo menos 24 países dos trópicos. Nas Américas encontram-se registros de cultivo nos Estados Unidos, Guatemala, Nicarágua, Colômbia, Equador, Peru, México e Brasil. Na Europa iniciou-se o cultivo recente na Espanha. No continente Asiático a China, Japão, Israel, Taiwan, Tailândia, Vietnã, Malásia, Camboja, Mianmar, Sri Lanka, Filipinas e Indonésia são exemplos países de produtores de pitaya. Na Oceania, são registradas áreas de cultivo na Austrália e Nova Zelândia (CARRILLO-SALAZAR, 2012; CISNERO; TEL-ZUR, 2012; LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006; MIZRAHI et al., 1997, MIZRAHI; NERD; SITRIT, 2002; MIZRAHI; NERD, 1999; NERD; TEL-ZUR; MIZRAHI, 2002; NOBEL; DE LA BARRERA, 2002; ORTIZ-HERNÁNDEZ).

Atualmente o Vietnã ocupa o primeiro lugar no ranking dos países produtores de pitaya, sendo responsável por mais de 50% da produção mundial desta fruta. Com uma área de aproximadamente 55 mil hectares de produção e produtividade média de 22,7 toneladas por hectare, o maior produtor mundial atingiu a marca de mais de 1 milhão de toneladas de frutos de pitaya produzidos no ano de 2019. Em seguida, encontra-se a China como o segundo maior produtor. Os chineses produziram cerca de 700 mil toneladas de pitaya produzidas em cerca de 40 mil hectares (WAKCHAUARE et al., 2020). Estes países destacam na produção de pitaya por possuírem tecnologia avançada e investirem bastante em estudos genéticos para o aumento

do rendimento e melhoria da qualidade dos frutos (CISNEROS; TEL-ZUR, 2012; LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006; MIZRAHI; NERD; SITRIT, 2002).

Na Ásia, a pitaya foi cultivada no Vietnã por mais de 100 anos, antes de ser difundida para outros países asiáticos como Israel, Tailândia e China (MIZRAHI; NERD; NOBEL, 1997). A demanda de pitaya perante a população asiática, apesar de ser bastante regular, tem pico em dias próximos ao Ano Novo Chinês. Neste período, a procura pela fruta é devida, principalmente, à sua aparência, pois estas são apresentadas como uma oferenda aos ancestrais (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006).

Apesar de ser uma cultura amplamente difundida na Ásia, a pitaya permaneceu desconhecida pelo mercado europeu até a década de 1990. Os frutos de pitaya ainda não possuem ampla procura, mas as importações pela Europa aumentaram consideravelmente nos últimos anos. Entre os países fornecedores de pitaya para as gôndolas europeias estão Vietnã, que foi o primeiro exportador de pitaya para a União Europeia; a Tailândia que já superou o Vietnã na quantidade exportada para Europa; e Israel, que possui uma grande vantagem comercial por possibilitar o transporte marítimo (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006).

O cultivo de pitaya no Brasil teve início na década de 1990 com genótipos das espécies *S. undatus* no Estado de São Paulo. A partir do ano 2000 outras espécies foram introduzidas como *H. polyrhizus* e *S. megalanthus* (CORREIA et al., 2017). As ações de pesquisa e desenvolvimento visando ao desenvolvimento de cultivares geneticamente superiores e ajustes no sistema de produção iniciaram na Embrapa Cerrados em 1996, quando foi estabelecido o primeiro Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de pitayas do Brasil (FALEIRO; JUNQUEIRA, 2021). Neste BAG, foram caracterizados acessos das espécies com potencial comercial, incluindo acessos da espécie *S. setaceus* que são encontradas se desenvolvendo de forma nativa na região do Cerrado do Brasileiro (JUNQUEIRA et al., 2002).

Com base nos dados do Censo Agropecuário 2017 o Brasil produziu cerca de 1.400 toneladas de pitaya no ano de 2017. A área de plantio somou 536 hectares distribuídos em 640 propriedades, as quais possuíam 553 mil pés produtivos. Esta produção foi responsável por uma receita de aproximadamente 9 milhões de reais no ano de 2017 (IBGE, 2017).

A maior região brasileira na produção de pitaya é a região Sudeste, com cerca de 800 toneladas produzidas em 2017, contribuindo com 54,42% da produção nacional. A região Sul com cerca de 500 toneladas, responde por 33,62% da produção e a Norte, com cerca de 150, por 10,52% da produção nacional. No ano de 2017, o Estado de São Paulo foi o maior produtor nacional de pitaya com a produção de pouco mais de 500 toneladas, seguido por Santa Catarina com cerca de 300 toneladas, Minas Gerais com aproximadamente 190 toneladas e o Estado do Pará com cerca de 150 toneladas (IBGE, 2017).

2.3 FORMAS DE UTILIZAÇÃO E BENEFÍCIOS DO CONSUMO

A pitaya pode ser encontrada no mercado na forma de polpa congelada, doces, sorvete, suco, vinho, chá e geleia, mas é na forma in natura que se concentra a maior parte comercializada (BASTOS, et al., 2006; GREENME, 2017). Além disso, vem sendo muito utilizada na produção de corantes, na indústria de cosméticos e na produção de medicamentos (SOUSA, 2015).

Segundo Nunes et al. (2014), a pitaya já era utilizada na antiguidade por povos da América do Sul como remédio para algumas doenças, como infecções intestinais e deficiências alimentares. Atualmente, estudos tem comprovado dia após dia os inúmeros benefícios à saúde proporcionados pelo consumo dos frutos de pitaya. As espécies de pitaya produzem frutos ricos em fibras, nutrientes e são fonte de vitaminas, principalmente A e C.

Além disso, é comprovado que o consumo da pitaya traz inúmeros benefícios à saúde como: controle da glicemia na diabetes, prevenção contra o câncer, atividade antiinflamatória e redução do risco de mortalidade cardiovascular (BASILE, 2012; GARCÍA-CRUZ et al., 2017; IBRAHIM et al., 2018; OMIDIZADEH et al., 2011; PERWEEN; MANDAL; HASAN, 2018; POOLSUP; SUKSOMBOON; PAW, 2017; TENORE; NOVELLINO). Estes benefícios estão relacionados ao conteúdo de polifenóis que apresentam expressiva capacidade antioxidante e que estão presentes nas diferentes partes do fruto (MACHADO, 2019).

A polpa dos frutos de pitaya possui alto teor de vitamina C, vitamina E e vitaminas do Complexo B (B1, B2 e B3), elevados teores de fibra, nitrogênio, potássio, cálcio, ferro, manganês, magnésio, zinco e baixo teor calórico (ABREU et al., 2012; CORDEIRO et al., 2015; COSTA, 2012; CRANE; BALERDI, 2005; ESQUIVEL et al., 2007; GUNASENA; PUSHPAKUMARA; KARIYAWASAM, 2007; HERBACH et al., 2006; KANNER; HAREL; GRANIT, 2001; LIMA et al., 2013; PERWEEN; MANDAL; HASAN, 2018; VAILLANT et al., 2005; WU et al., 2006).

As espécies que possuem casca e/ou polpa vermelha, possuem casca e polpa ricas em betalainas, pigmentos considerados como uma alternativa para a substituição do uso de corantes artificiais nos alimentos, uma vez que apresentam pH entre 3 e 7 (ESQUIVEL; ARAYA QUESADA, 2012; STINTZING; SCHIEBER; CARLE, 2002). Além disso, são ricas em flavonoides e antocianinas, componentes que apresentam grande capacidade para captar radicais livres reduzindo o estresse oxidativo, prevenindo enfermidades cardiovasculares, câncer e outras desordens associadas ao envelhecimento (FIGUEROA et al., 2011; KIM et al., 2011; WU et al., 2006).

As sementes dos frutos de pitaya contém alto teor de óleo. Este óleo possui funções laxativas (CRANE; BALERDI, 2005) e que contribuem para redução dos níveis de LDL-colesterol (Lipoproteína de Baixa Densidade) em humanos, por inibição da absorção do

colesterol no intestino (PHEBE et al., 2009). Este óleo possui alto valor nutritivo e é rico em ácido linoleico, oleico e palmítico, com teores comparáveis aos encontrados em sementes de uva, canola e linhaça (ARIFFIN et al., 2009; CRANE; BALERNI, 2005; LIM et al., 2010). Por decorrência disto, o óleo de semente de pitaya representa uma fonte valiosa para utilização na culinária, produção de cosméticos e fármacos (VILLALOBOS-GUTIÉRREZ et al., 2012).

A presença de flavonoides também foi verificada nas flores das espécies de pitaya, sendo que a maior quantidade destes antioxidantes foi verificada nas pétalas (XICAN et al., 2013; YI et al., 2012). Dentre os flavonoides encontrados nas pétalas das flores de pitaya, o kaempferol foi o componente bioativo mais abundante, o qual exerce efeito através da quelação metálica (LI et al., 2013).

Os cladódios de pitaya apresentam altos teores de fibra e proteína, grande quantidade de fósforo, potássio, magnésio e cobre (JUÁREZ-CRUZ et al., 2012), além de serem ricos em vitamina C (JAAFAR et al., 2009). Em decorrência da sua composição, podem ser utilizados para a fabricação de medicamentos espasmolíticos, visando à melhora da circulação sanguínea (ESQUIVEL; ARAYA QUESADA, 2012). Além disso, são bem aceitos por gado, ovinos, caprinos e também por frangos e patos, podendo ser utilizados como alimentos para esses animais (CASTILLO-MARTÍNEZ; CÁLIX DE DIOS, 1997).

Devido à todas estas características, a pitaya apresenta-se como um fruto bastante promissor no mercado mundial de frutas exóticas de alto valor de mercado, uma vez que o consumo de alimentos saudáveis e funcionais vem crescendo no mundo todo (CHEOK et al., 2016). Além disso, mostram-se como importantes fontes naturais de compostos terapêuticos para o desenvolvimento de novos fármacos, fitoterápicos e nutracêuticos (AMINI-KHOEI, 2018; ATANASOV et al., 2015; JAMSHIDI-KIA; LORIGOOINI; RATES, 2001).

2.4 MELHORAMENTO GENÉTICO DE PITAYA NO BRASIL E NO MUNDO

A caracterização de genótipos é uma etapa muito importante em programas de conservação e uso de recursos genéticos e programas de melhoramento genético, além de ser indispensável no processo de certificação e registro de cultivares. Esta caracterização pode ser realizada com base nas diferenças morfológicas existentes entre as plantas, com base nas moléculas de proteínas existentes nos diferentes indivíduos e, também, utilizando-se de análises do DNA (FERREIRA; GRATTAPAGLIA, 1998).

Os caracteres morfológicos são tradicionalmente utilizados em praticamente todas as culturas como fatores de identificação da identidade, pureza varietal e pureza genética dos indivíduos, bem como a variabilidade e um conjunto de plantas (AMBIEL et al., 2008). Os descritores morfológicos são amplamente utilizados por pesquisadores para a caracterização de germoplasma, por ser uma técnica mais acessível, de forma que também antecede outras técnicas mais sofisticadas, como o uso de marcadores moleculares, por exemplo. Para diversas frutíferas, a distinção entre variedades pode ser realizada com base em aspectos morfológicos das plantas como um todo, permitindo a diferenciação mesmo quando estas não apresentam flores e/ou frutos (ANDRADE; MARTINS, 2007; GALÁN-SAÚCO; MENINI, 1989).

As espécies de pitaya apresentam grande diversidade ecotípica, podendo ser morfológicamente distinguidas de acordo com as características dos cladódios, espinhos, flores e frutos (ORTIZ-HERNÁNDEZ; CARRILLO-SALAZAR, 2012). Além destas variáveis, Kishore (2016) testou e aprovou a utilização da escala BBCH na caracterização fenológica em plantas de pitaya. O autor diz que a identificação dos estágios fenológicos também é considerada um ponto chave para a caracterização de germoplasma em programas de melhoramento genético.

Além da caracterização com base em aspectos morfológicos, os marcadores moleculares têm sido utilizados como uma alternativa importante na caracterização da variabilidade de genótipos de pitaya visando a diferenciação dos indivíduos através da análise do DNA e RNA das plantas (JUNQUEIRA et al., 2010a; JUNQUEIRA et al., 2010b; LIMA et al., 2013).

O estudo da diversidade genética é muito importante no processo de caracterização de bancos de germoplasma, pois fornece informações sobre os recursos genéticos disponíveis, através da identificação de características de importância. Neste sentido, o conhecimento da diversidade genética entre os acessos de uma mesma espécie de pitaya tem grande importância nos programas de melhoramento genético, pois orientam a seleção de genótipos promissores e contribuem no planejamento das possibilidades de cruzamentos (CARVALHO; QUESENBERRY, 2009; RAMOS; QUEIROZ; PEREIRA, 2007).

A seleção de variedades adaptadas às regiões de cultivo é um fator crítico para o sucesso da produção de frutas, pois é a base para uma boa produtividade e para obtenção de frutos que agradem o paladar do consumidor (LIU; TSAI; YEN, 2015). Os impactos negativos na produtividade das culturas, provocados por estresses ambientais, podem ser reduzidos, em parte, pelo melhoramento genético de plantas (BORÉM; MIRANDA; FRITSCHÉ-NETO, 2017).

Na cultura da pitaya, o melhoramento genético é realizado, principalmente, através da seleção de parentais com características desejáveis e posterior hibridação dos materiais escolhidos (TEL-ZUR et al., 2004, TEL-ZUR 2013). A hibridação consiste na obtenção de indivíduos com características superiores através do cruzamento entre duas espécies diferentes (cruzamento interespecífico) ou dois genótipos da mesma espécie (cruzamento intraespecífico) (BORÉM; MIRANDA; FRITSCHÉ-NETO, 2017). As pitayas apresentam espécies com proximidade genética e base genética estreita, o que permite que sejam realizadas hibridações interespecíficas facilmente (TEL-ZUR et al., 2004). Além disso, a hibridação da pitaya é

facilitada em virtude do tamanho dos órgãos florais. Por apresentarem flores de cerca de 30 cm de comprimento, a emasculação e polinização são realizados facilmente (QUEIROGA et al., 2021).

O Vietnã, visando manter seu posto de maior produtor de pitaya no ranking mundial, possui um forte programa de melhoramento genético visando ao desenvolvimento de novas variedades. Os pesquisadores vietnamitas visam a obtenção de variedades com maior diversidade na coloração de casca e polpa, além de buscarem, também, melhorar a qualidade organoléptica dos frutos (YEN et al., 2014).

Desde o ano de 2010, o *Southern Horticultural Research Institute* desenvolve um programa de melhoramento de pitaya com o objetivo de aprimorar o germoplasma coletado e de desenvolver novas variedades para produção (YEN et al., 2014). Além disso, existe um programa financiado pelo governo da Nova Zelândia em parceria com o Vietnã desde 2013 que visa apoiar o desenvolvimento de variedades de pitaya de alto valor. Este programa identificou três variedades muito promissoras, as quais produzem frutos de sabor mais marcante, e que estão próximas do processo de certificação e registro (BURRY, 2019).

Alguns autores citam que a Austrália possui um grande banco de germoplasma de espécies de pitaya e, juntamente com a França e Israel, vem desenvolvendo pesquisas visando à obtenção de cultivares mais produtivas e frutos mais apropriados para exportação (BARBEAU, 1990; JACOBS, 2001).

Pesquisadores da Universidade Bem-Gurion do Negev em Israel vêm, há mais de 15 anos, desenvolvendo novas variedades de pitaya. Os principais objetivos deste programa de melhoramento tem sido o aumento do tamanho e melhoria no sabor dos frutos, ausência de espinhos na casca, maior produtividade, autocompatibilidade e maior tempo de prateleira em pós-colheita. Estes programas visam a selecionar parentais para cruzamentos e produção de híbridos de pitaya para teste. Dentre as técnicas utilizadas pelos pesquisadores israelitas podem

ser citadas: a poliploidia, a produção de haploides homozigotos e o resgate de embriões (TEL-ZUR et al., 2011b). As variedades Venus e Golden são exemplos de genótipos desenvolvidos por estes pesquisadores visando ao fornecimento de frutos de pitaya de melhor qualidade para o exigente mercado europeu (BOROCHOV, 2011).

Mizhari (2014) cita que 10% dos genótipos são autoincompatíveis, sendo a autocompatibilidade, então, um dos maiores desafios dos programas de melhoramento genético de pitaya. Neste sentido, além de despenderem esforços no desenvolvimento de variedades autocompatíveis, os pesquisadores israelitas direcionam seus esforços no descobrimento de métodos alternativos a fim de resolver o problema da autoincompatibilidade das variedades de pitaya. Através da dessecação à vácuo e baixa umidade e armazenamento sob baixas temperaturas, eles desenvolveram um método alternativo para a conversação do pólen de pitaya, o qual proporciona a manutenção da viabilidade do pólen por mais de 18 meses (METZ; NERD; MIZRAHI, 2000). Além disso, a duplicação dos cromossomos através da aplicação de colchicina, orizalina, ginogênese ou cruzamento de parentais com diferentes ploidias, também foram alternativas desenvolvidas pelos pesquisadores israelitas a fim de resolver o problema da autoincompatibilidade nos genótipos de pitaya (BENEGA-GARCIA et al., 2009; COHEN; TEL-ZUR, 2012; TEL-ZUR et al., 2004; TEL-ZUR et al., 2011b).

Em Taiwan, a produção de pitaya começou em 1983 através de genótipos trazidos do Vietnã e da América Central e do Sul. No início, os cruzamentos eram realizados pelos próprios produtores rurais, os quais desenvolveram algumas variedades. Porém, a legislação que impedia a comercialização de muda de variedades não registradas, levou à utilização de genótipos não melhorados geneticamente o que acarretou na produção de frutos de baixa qualidade, suscetíveis a rachaduras, plantas com flores autoincompatíveis e produção instável. Porém este cenário melhorou com a regulamentação das variedades cerca de dez anos depois (LIU; TSAI; YEN, 2015).

Nos últimos anos, além de a pitaya ser amplamente cultivada em Taiwan, várias estações de pesquisa estão conduzindo programas de melhoramento genético com o intuito de desenvolver variedades superiores. Os pesquisadores trabalham arduamente na seleção de parentais e realização de hibridação com o intuito de desenvolver materiais autocompatíveis, mais resistentes a danos decorrentes do transporte, com maior tempo de vida de prateleira pós-colheita, com baixo índice de deiscência dos frutos e frutos mais saborosos (LIU; TSAI; YEN, 2015).

No Brasil, o cultivo da pitaya é baseado em cinco espécies principais: *S. undatus*, *H. polyrhizus*, *S. costaricensis*, *S. megalanthus* e *S. setaceus*, porém, não há, até o momento, nenhuma variedade comercial registrada que atenda às necessidades climáticas do Brasil e às exigências do consumidor brasileiro. Neste sentido, as mudas comercializadas, até então, não eram provenientes de plantas selecionadas, acarretando em uma grande variabilidade na produção, tamanho, formato e características físico-químicas dos frutos devido à de uniformidade das mudas (JUNQUEIRA et al., 2010a).

Visando disponibilizar para o produtor rural genótipos de pitaya geneticamente superiores, a Embrapa Cerrados iniciou na década de 1990 um programa de avaliação e seleção de pitayas comerciais e, também, de pitayas nativas do Cerrado (FALEIRO; JUNQUEIRA, 2021; JUNQUEIRA et al., 2002). Este programa de melhoramento tem demonstrado o grande potencial das pitayas nativas do Cerrado na ampliação da base genética no programa de melhoramento, além de subsidiar os trabalhos de seleção visando o melhoramento genético e desenvolvimento de genótipos superiores (FALEIRO; JUNQUEIRA, 2021; LIMA, 2013).

Pesquisadores da Universidade Estadual Paulista (UNESP) do Campus de Jaboticabal iniciaram, há mais de dez anos, um programa de melhoramento genético de pitaya. Além da seleção de genótipos parentais os pesquisadores realizam os cruzamentos intra e

interespecíficos visando a produção de híbridos de pitaya para teste e futuro desenvolvimento de novas variedades comerciais (SILVA, 2014).

Foi iniciado no Instituto Federal do Espírito Santo no Campus de Colatina um banco de germoplasma com acessos de pitaya, tradicionais ou locais, produzidas pela agricultura familiar na Região Noroeste do Espírito Santo, visando à conservação das espécies e futuros programas de melhoramento e seleção (COELHO et al., 2021).

No município de Uberaba – MG, foi lançado em 2021, o primeiro banco de Germoplasma de Pitaya do município em parceria com o Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM) e Associação Brasileira de Produtores de Pitaia (Abrappitaia). O banco de germoplasma encontra-se nas dependências do IFTM e conta com mais de 100 acessos de pitaya. O objetivo do projeto é transformar Uberaba em um município referência em estudos sobre a fruta, bem como um grande polo produtor de pitaya (PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERABA, 2021).

2.5 SISTEMAS DE PRODUÇÃO E PRÁTICAS CULTURAIS NA CULTURA DA PITAYA

No Brasil, a pitaya é considerada uma fruta exótica, apesar de serem encontradas espécies nativas no Cerrado e matas de transição (JUNQUEIRA et al., 2002). Por ser uma cultura que possibilita o cultivo sob diferentes níveis de tecnológicos de produção e devido à sua adaptação à diferentes ambientes, as espécies de pitaya podem ser exploradas em toda região com clima tropical e em algumas de clima temperado (BROWN, 1923; LE BELLEC et al., 2006), sendo considerada uma cultura muito promissora para o país (BASTOS et al., 2006).

Apesar disso, a área brasileira com cultivo de pitaya ainda é muito pequena, resultando em baixa oferta do fruto no mercado. Um dos fatores responsáveis pelo desinteresse nesta cultura por parte dos produtores rurais deve-se, principalmente ao fato da falta de informações relacionadas às práticas de manejo da cultura e inexistência de cultivares registradas para

cultivo em território nacional. Portanto, visando proporcionar a expansão da área de cultivo de pitaya no Brasil é fundamental a pesquisa e divulgação de informações sobre os mais diversos aspectos envolvidos no sistema produtivo (QUEIROGA et al., 2021).

2.5.1 Métodos de Propagação das Espécies de Pitaya

A cultura da pitaya pode ser propagada tanto por via sexuada quanto por via vegetativa. A propagação sexuada é realizada através da germinação das sementes oriundas dos frutos maduros. A propagação assexuada ocorre pela estaquia ou propagação por estaca, que é um método de propagação em que segmentos destacados de uma planta, sob condições adequadas, emitem raízes e originam uma nova planta, com características idênticas àquela que lhe deu origem (MELETTI, 2000; SIMÃO, 1998).

A propagação sexuada da pitaya é muito utilizada nos programas de melhoramento genético, pois torna possível a expressão da variabilidade genética para a seleção de genótipos com características desejáveis (ANDRADE et al., 2008). As sementes apresentam grande capacidade de germinação, com valores superiores a 80%, e germinam em uma ampla faixa de temperatura (EL OBEIDY, 2006, KATAOKA et al., 2013).

Marques (2010), estudando a geminação de sementes de pitaya, concluiu que as sementes de pitaya são fotoblásticas positivas, ou seja, necessitam da presença de luz para realizar o processo de germinação. Kataoka et al. (2013), estudando a viabilidade de sementes de pitaya após diferentes condições de armazenamento, concluíram que é possível o armazenamento de sementes de pitaya por até um ano quando mantidas à 4°C de temperatura.

A escolha do substrato ideal para a germinação de sementes é uma etapa muito importante no processo de reprodução sexuada da pitaya, pois pode afetar de forma significativa tanto a germinação quanto o desenvolvimento das plântulas (BEZERRA; MOMENTÉ;

MEDEIROS FILHO, 2004). Marques (2010) estudou a eficácia da casca de café, esterco bovino, areia e terra na germinação de pitaya e observou que a casca de café proporcionou maior comprimento de raiz das plântulas.

Outro fator muito importante no sucesso da germinação de sementes é o nível de maturação fisiológica das sementes. Santos et al. (2018) estudaram a potencial de germinação de sementes retiradas de frutos em diversos estágios de maturação. Os autores concluíram que as sementes de pitaya atingem a maturidade fisiológica aos 40 dias após a antese.

A multiplicação de materiais com ganhos genéticos obtidos nos processos de seleção pode ser acelerada fazendo uso da germinação *in vitro*. Assim, plântulas obtidas da germinação de sementes *in vitro* têm favorecido o estabelecimento do cultivo de cactáceas em função das reduções de contaminação dos explantes, fatores limitantes ao estabelecimento da cultura *in vitro* (PÉREZ-MOLPHE-BALCH; DÁVILA-FIGUEROA, 2002; SANTOS-DÍAZ et al., 2003).

As sementes de pitaya possuem uma condição morfológica peculiar que é a presença de mucilagem intimamente aderida a elas. Esta substância pode ocasionar germinação desuniforme por ser prejudicial à germinação e ao desenvolvimento das plântulas devido à incidência de microrganismos ou à presença de substâncias inibidoras do metabolismo germinativo (CARMONA; REZENDE; PARENTE, 1994). Para que ocorra o início do processo germinativo, é necessário que ocorra a embebição de água por parte da semente, no entanto, para algumas espécies, a mucilagem impede que ocorra este processo de embebição, pois as mucilagens são carboidratos de natureza complexa, com estrutura altamente ramificada e com duas frações distintas solúveis em água (THANATCHA; PRANEE, 2007).

Neste sentido, a remoção da mucilagem é um passo muito importante no processo de germinação de sementes de pitaya. A remoção da mucilagem melhora a emergência e o vigor das plântulas, e pode ser feita através da lavagem em água; água + areia; água + cal virgem;

HCl e fermentação em água (ALVES; GODOY; OLIVEIRA, 2012; AGUIAR et al., 2014; CAMARGO et al., 2017).

As plantas de metabolismo ácido das crassuláceas (CAM), além de exigirem condições muito específicas tanto para florescer quanto para produzir e germinar sementes, possuem um crescimento vegetativo muito lento, podendo limitar a sua capacidade reprodutiva (MALDA; SÚZAN; BACKHAUS, 1999). Marques (2010), estudando a germinação de sementes de pitaya, relata que mesmo após quatro anos do início da germinação das sementes não houve indícios do início do ciclo reprodutivo nas plantas avaliadas.

Neste sentido, a propagação assexuada é mais vantajosa em espécies frutíferas por reduzir a fase juvenil da planta antecipando a produção de frutos, além de proporcionar a produção de plantas uniformes devido à ausência da segregação genética (FACHINELLO et al., 1995). A propagação assexuada da pitaya é comumente realizada por meio de estacas, que são frações dos cladódios das plantas. É uma forma rápida e barata de propagação, onde é utilizado, muitas vezes, os pedaços de cladódios retirados durante a poda das plantas (SILVA, 2014).

As plantas oriundas de mudas obtidas pelo processo de estaquia iniciam o florescimento entre um e dois anos após o transplante. Além da precocidade na produção, a propagação por estaquia é a forma mais prática para a obtenção de pomares uniformes, devido à manutenção das características fenotípicas das plantas e frutos (GUNASENA; PUSHPAKUMARA; KARIYAWASAM, 2007).

Para a estaquia podem ser utilizados cladódios inteiros ou somente segmentos de cladódios de 25 cm a 40 cm de comprimento (MARQUES et al., 2012; MIZRAHI; NERD; SITRIT, 2002). As mudas retiradas da planta mãe podem ser transplantadas diretamente no campo ou podem ser colocadas em sacos de polietileno para enraizamento prévio (QUEIROGA et al., 2021).

Santos et al. (2010), estudando o enraizamento de mudas de pitaya, concluíram que não é necessário a aplicação de reguladores vegetais para o sucesso do desenvolvimento das raízes. Por outro lado, Bastos et al. (2006) relatam que a aplicação de ácido indolbutírico (AIB) auxilia no aumento da porcentagem de estacas enraizadas e melhoria da qualidade do sistema radicular devido a proporcionar o aumento da produção de auxina nos tecidos. Ruths (2016) também observou que quando as mudas foram tratadas com auxina e citocinina, houve um maior número de brotações nos cladódios.

O substrato satisfatório para propagação de pitaya é aquele que possui boa aeração, fornece oxigênio, consegue suprir a muda em nutrientes e água, favorece sua sustentação e tem uma boa sanidade. Além disso, é importante que seja de baixo custo. Esses requisitos são recomendáveis para obtenção de mudas mais vigorosas, saudáveis e quando forem levadas ao campo, possam se adaptar mais rapidamente, tendo bom desenvolvimento das plantas, para que, futuramente, tenham uma boa produção e longevidade (LAREDO, 2016). Mizrahi; Nerd (1999) relatam que, apesar de responderem bem à matéria orgânica de um substrato mais elaborado, as mudas de pitaya desenvolvem uma grande quantidade de raízes quando se desenvolvem em substrato arenoso, resultados confirmados também por Galvão (2015) e Santos et al. (2010).

Lima et al. (2012) estudaram os efeitos de pedrisco e vermiculita como substrato de mudas de três, seis e nove gemas. Os autores concluíram que a utilização de cladódios com nove gemas é o mais recomendado na produção de mudas de pitaya. Além disso, observaram que a utilização de vermiculita como substrato permite obter mudas com maior quantidade de brotos, massa de raízes e pegamento. Por outro lado, o substrato com pedrisco possibilita a obtenção de mudas com brotos de maior diâmetro médio e massa de matéria fresca e seca.

Além da estaquia, a reprodução assexuada pode ser realizada através da cultura de tecidos através da propagação *in vitro*. A cultura de tecidos é uma técnica da biotecnologia que proporciona a produção de uma grande quantidade de plantas novas em um curto período de

tempo (CORREIA et al., 2017; FRÁGUAS et al., 2008). Por ser um método relativamente caro e que exige uma estrutura especializada de laboratório, a cultura de tecidos é indicada em ocasiões onde o material vegetativo que se deseja multiplicar é muito escasso e de grande importância, podendo ser um método útil para a conservação de germoplasma (CREUCÍ et al., 2011; DAHANAYAKE; RANAWAKE, 2011; KARI et al., 2010; MOHAMED-YASSEN, 2002; PELAHA et al., 2002; VIÑAS et al., 2012;).

2.5.2 Instalação do Pomar e Tutoramento das Mudas

A pitaya é uma cultura perene com expectativa de produção que varia entre 20 a 25 anos, por isso é muito importante que seja realizado um planejamento de implementação correto e uma condução adequada do pomar, de modo a explorar o máximo potencial da cultura. Neste sentido, ressalta-se a importância da escolha correta da área, bem como do preparo e correção da fertilidade do solo antes da implantação do pomar (LONE et al., 2020).

A pitaya é considerada uma opção para cultivo em solos pedregosos, arenosos e maciços rochosos, em função de sua pouca exigência nutricional, tendo como característica também, a resistência à baixa disponibilidade hídrica, manejo simples e de baixo custo (JUNQUEIRA et al., 2002). Por outro lado, uma vez que a pitaya possui alto potencial agrônômico e econômico, o aumento das áreas de cultivo em pomares comerciais, visando à produção em grande escala, torna necessária a adoção de um sistema de produção mais tecnificado a fim de atingir grandes produtividades (LONE et al., 2020). Neste sentido, alguns autores vêm, nos últimos anos, pesquisando técnicas de cultivo e práticas culturais na cultura da pitaya visando passar ao produtor rural informações mais precisas a respeito das necessidades da cultura (CAVALCANTE et al., 2011; DUARTE et al., 2017; FALEIRO; JUNQUEIRA, 2021; GOLÇALVES; PINTO; CORRÊA, 2019; JACOBS, 1999; MOREIRA et al.; 2011; NERD;

GUTTMAN; MIZRAHI, 1999; RAVEH; NERD; MIZRAHI, 1997; SILVA; MATIAS; OLIVEIRA, 2020; THOMSON, 2002; WEISS; NERD; MIZRAHI, 1994).

Segundo Queiroga et al. (2021), as plantas de pitaya preferem solos franco-arenosos e bem drenados para o seu desenvolvimento. Visando a evitar o excesso de água acumulado no solo, o que pode ser prejudicial para a cultura, deve ser evitado os solos pesados ou argilosos, porque encharcam-se facilmente na estação chuvosa. Além disso, recomenda-se a instalação do pomar e terrenos livres de pedras, visando proporcionar o bom desenvolvimento das raízes, bem como terrenos livre de plantas daninhas que possam vir a competir com as plantas de pitaya por água e nutrientes.

Após a escolha do terreno, deve ser realizado o preparo do solo através de implementos mecanizados como arados e grades para subsequente correção da acidez do solo (QUEIROGA et al., 2021). Rezende et al. (2017) citam que a condição de pH do solo ideal para o bom desenvolvimento da cultura da pitaya é entre 5,5 e 6,5. Neste sentido, é muito importante que seja realizada a análise de solo antes da instalação do pomar visando caracterizar a fertilidade da área e identificar a necessidade de correção do solo (QUEIROGA et al., 2021).

No Brasil, os corretivos de solo são necessários para implantação do pomar inclusive na agricultura orgânica, sendo os mais utilizados o calcário dolomítico, calcítico e magnesiano. Existem outros insumos agrícolas, como calcário de conchas, que também podem ser empregados como corretivos, mas são pouco utilizados (MARQUES, 2010). A aplicação de calcário é reconhecida como uma das principais técnicas na agricultura no controle da acidez dos solos pela redução dos níveis de Al^{+3} , além de atuar como fonte de Ca^{+2} e Mg^{+2} para as culturas agrícolas (QUEIROGA et al., 2021).

A necessidade de aplicação de calcário, bem como a quantidade a ser utilizada, deve ser recomendada por um Engenheiro Agrônomo de acordo com as necessidades apresentadas pela análise do solo. A aplicação pode ser realizada, preferencialmente, em área total, mas também

na cova de transplante das mudas. O ideal é que essa prática seja realizada até dois meses antes da instalação do pomar e transplante das mudas, para que o calcário tenha produzido a correção pretendida ou a disponibilização de Ca e Mg na quantidade esperada (QUEIROGA et al., 2021).

A adubação de implantação e crescimento da pitaya tem o objetivo de elevar ou manter a fertilidade do solo de modo a fornecer os nutrientes necessários para o crescimento das plantas e suprir a demanda de nutrientes da primeira produção de frutos (LONE et al., 2020). Lone et al. (2020) recomendam que a adubação de implantação seja realizada em quatro épocas, sendo a primeira em área total antes da instalação do pomar e as demais ao redor do palanque de sustentação. Recomenda-se o uso de fertilizantes que contenham na sua composição nitrogênio, fósforo, potássio e micronutrientes, em doses fornecidas de acordo com a análise de fertilidade do solo e com a demanda da cultura nas suas diferentes fases vegetativas e reprodutivas. Para os cultivos orgânicos, é recomendado o uso de esterco de gado e/ou cama de frango, com a suplementação de boro com algum fertilizante mineral permitido para o cultivo orgânico.

Os cladódios das plantas de pitaya podem crescer até cinco metros por ano, podendo atingir tamanhos muito grandes quando não conduzidas de maneira adequada. Devido a esse grande crescimento, as plantas podem pesar bem mais de 50 kg. Por ser uma planta de hábito trepador, é muito importante que as mudas de pitaya sejam transplantadas de forma a serem tutoradas, durante o seu crescimento, em um suporte resistente e duradouro, que permita o florescimento e a frutificação, bem como permita o acesso para colheita manual (ESQUIVEL, 2004; MERTEN, 2003).

Os sistemas de tutoramento para as plantas de pitaya devem ser instalados antes do transplante das mudas e podem ser divididos em dois grupos: tutoramento em tutores vivos e tutoramento em tutores mortos. A utilização de tutores vivos consiste na utilização de árvores como base de suporte para o crescimento da planta de pitaya. Este tipo de tutoramento é muito utilizado no México em pequenas áreas de plantio de pitaya, onde os produtores desejam

aproveitar ao máximo as culturas já existentes na propriedade. A vantagem deste tipo de tutor é que dispensa o sombreamento em áreas de alta luminosidade e temperatura, além de possibilitar o aproveitamento em sistemas agroflorestais (QUEIROGA et al., 2021).

O tutoramento com tutores mortos faz uso de vários tipos de tutores, como, por exemplo, postes de concreto, troncos de árvore secos, aglomerados de pedra individuais e paredes de pedra. Para cultivos comerciais é recomendado a utilização de postes de madeira ou de concreto (QUEIROGA et al., 2021). Lone et al. (2020) recomendam a utilização de palanques de concreto armado devido a maior durabilidade. Uma vez que as plantas de pitaya tem perspectiva de produção entre 20 e 25 anos é recomendado a utilização de tutores resistentes e duráveis de modo que não haja perda e morte de plantas no pomar devido ao tombamento de tutores. Recomenda-se a instalação de postes com cerca de 1,50 m a 2,00 m de altura.

O espaçamento entre plantas depende do tipo de tutoramento utilizado. Há, na bibliografia, registro de vários espaçamentos entre plantas: 3,0 m x 5,0 metros (JACOBS, 1999), 2,0 m x 1,7 m (THOMSON, 2002), 1,5 m x 1,5 m (WEISS et al., 1994), 1,5 m x 2,5 m (NERD; GUTTMAN; MIZRAHI, 1999) e 1,5 m x 3 m (RAVEH; NERD; MIZRAHI, 1997). Além disso, o espaçamento entre plantas deve levar em consideração o porte da copa da planta, pois é recomendado que os cladódios das plantas não se sobreponham muito de modo a evitar o sombreamento. O espaçamento entre linhas deve possibilitar a passagem de pessoas ou máquinas de modo que permita a colheita manual e o transporte dos frutos de maneira confortável e segura (QUEIROGA et al., 2021).

São quatro, os sistemas de tutoramento com a possibilidade de serem utilizados nos pomares de pitayas: espaldeira dupla em triângulo, espaldeira em “T” suporte inclinados com grade de ferro e sistema de tutor individual com pneu. No primeiro e segundo sistemas, os cladódios de pitaya são conduzidos pelo tutor com auxílio de fitilho ou barbante de malha e conduzidos entre os tutores através de arame ou varas de bambu. No sistema de suporte com

grade de ferro inclinada as plantas são conduzidas pela grade ferro aleatoriamente (QUEIROGA et al., 2021).

No sistema de tutor individual com pneu, as mudas de pitaya são conduzidas em fuste único pelo tutor até atingirem o ápice, onde encontra-se o pneu suportado por uma cruzeta de ferro. Após atingir o topo do tutor, permite-se a emissão e livre crescimento de brotos vegetativos a fim de formarem a copa da planta. Para este sistema de tutoramento, é indicado o espaçamento de 2,50 m a 3,50 m entre linhas e de 2,00 m a 3,00 m entre plantas dentro da linha (LONE et al., 2020).

Lone et al. (2020) recomendam o transplante de duas a quatro plantas por palanque. Por outro lado, espécie com rápido desenvolvimento vegetativo e de copa ampla como a *S. undatus* e *S. costaricensis*, a utilização de mais de uma planta por cova pode acarretar na competição dos cladódios por espaço no ápice do tutor ocasionando o sombreamento e dificultando a poda e demais tratos culturais (BECERRA, 1992). Além disso, Le Bellec; Judith (2002) afirma que quando as mudas são provenientes de plantas saudáveis e vigorosas, quando é coletado um cladódio de 50 cm a 70 cm de comprimento em boas condições de nutrição, o sucesso no pegamento das mudas de pitaya a campo é de mais de 90%. Este fato dispensa a necessidade do transplante de mais de uma muda por palanque, pois além da competição física entre as plantas, aumento o custo com a aquisição de mudas e utilização de mão-de-obra para tal operação.

Os cladódios de pitaya podem sofrer amarelecimento e até degradação dos tecidos quando submetidos à alta luminosidade direta. Neste sentido, Cavalcante et al. (2011) recomenda o uso de sombrite de 50% ou 70% durante o início do desenvolvimento das mudas pós transplante de modo a garantir o bom desenvolvimento e pegamento das mudas à campo.

2.5.3 Práticas de Adubação em Pomares de Pitaya

O gerenciamento de nutrientes é uma das principais operações na fruticultura. As aplicações corretas de fertilizantes nas fases vegetativa e reprodutiva garantem melhor rendimento na produção e qualidade dos frutos. Adicionalmente, uma planta bem suprida nutricionalmente possui maior tolerância à incidência de pragas e doenças (KISHORE, 2016).

Segundo Cavalcante et al. (2011), no Brasil, a fertilização da cultura de pitaya era realizada conforme a necessidade, esporadicamente, ou com base em doses recomendadas em outros países com diferentes condições climáticas e de solo, pois ainda não haviam informações a respeito da nutrição de plantas de pitaya nas condições climáticas brasileiras.

Para a recomendação precisa de nutrientes é necessário o conhecimento sobre alguns aspectos específicos, como: a espécie em questão, o nível de fertilidade do solo, o estado nutricional, o estágio fenológico e a taxa de crescimento e produtividade esperada da planta. Devido a isto, a utilização de recomendação de adubação baseada em outras regiões edafoclimáticas ou outras culturas não é recomendada (SOUZA et al., 2015). Neste sentido, alguns autores direcionaram seus estudos a elucidar os aspectos referentes à adubação da pitaya sob as questões edafoclimáticas do Brasil (CAVALCANTE et al., 2011; DUARTE et al., 2017; GOLÇALVES; PINTO; CORRÊA, 2019; MOREIRA et al.; 2011; SILVA; MATIAS; OLIVEIRA, 2020).

Dentre os nutrientes demandados pela pitaya estão, principalmente, o nitrogênio, o fósforo e o potássio (ORTIZ-HERNÁNDEZ, 2000). O nitrogênio estimula a emissão de raízes e brotos mais vigorosos, sendo mais requerido pela planta durante o crescimento vegetativo até o pré-florescimento (LUDERS, 2004). A demanda pelo fósforo ocorre no início da formação dos frutos (INFANTE, 1996). O fósforo promove o aumento do diâmetro no caule (DIAZ; MIRANDA, 2002), faz parte da regulação de abertura e fechamento dos estômatos e, quando bem aplicado, favorece a qualidade dos frutos de pitaya (INFANTE, 1996; THEN, 2013).

Dentre os micronutrientes deve-se destacar boro, pois possui função no pegamento, tamanho e massa dos frutos (INFANTE, 1996).

Neste sentido, a adubação de manutenção ou de produção tem como objetivo repor ao solo os nutrientes que serão exportados/removidos devido à produção e colheita dos frutos. Desta forma, quanto maior a expectativa de produção de frutos (em ton.ha⁻¹) maior serão as doses de adubação recomendadas (LONE et al., 2020).

Guzmán (1994) e Turcios; Miranda (1998) verificaram que adubação com nitrogênio e fósforo aumentaram a produção das plantas de pitaya. Golçalvez; Pinto; Corrêa (2019) verificaram que a adubação com nitrogênio, fósforo e potássio afetou o crescimento inicial da parte aérea, bem como do sistema radicular das plantas de pitaya. Neste estudo, o maior desenvolvimento da pitaya foi proporcionado por 450,0 mg.dm⁻³ de nitrogênio, 250,0 mg.dm⁻³ de fósforo e 250,0 mg.dm⁻³ de potássio.

Sabendo-se que o manejo agrônomico pode alterar as características físico-químicas dos frutos de diferentes culturas, Fernandes et al. (2018), estudando a influência da adubação potássica nas características físico-químicas dos frutos de *S. undatus* e *H. polyrhizus*, observaram grande incremento nos valores de diâmetro, comprimento e massa total dos frutos com a utilização da adubação potássica. Para *H. polyrhizus*, os incrementos foram de 7% no diâmetro, quase 13% no crescimento e até 36% na massa total dos frutos. Incrementos mais acentuados foram observados nos frutos de *S. undatus*, onde ocorreu um aumento de cerca de 25% no diâmetro e comprimento e de até 75% na massa total dos frutos, por ocorrência da adubação potássica.

Guzmán (1994) comenta que o solo adequado para o cultivo comercial da pitaya deve apresentar um alto percentual de matéria orgânica (7%) com a finalidade de manter a umidade, temperatura e características texturais e químicas do solo, o que justifica o fornecimento de produtos orgânicos ao solo. O uso de adubos orgânicos pode ser uma alternativa promissora

para o desenvolvimento da cultura da pitaya, pois além de melhorar as propriedades físicas do solo, influencia positivamente a infiltração e a capacidade de retenção de água, bem como a drenagem, aeração, temperatura e penetração de raízes, além de auxiliar na liberação de ácidos orgânicos (OLIVEIRA et al., 2009; SANTOS; MENDONÇA, 2000). Ademais, Galbiatti et al. (1996) e Moreira et al. (2010) reportaram o enriquecimento dos atributos químicos do solo devido ao aumento da capacidade de retenção de bases promovido pela aplicação de fertilizantes orgânicos.

Moreira et al. (2011), estudando a adubação orgânica em plantas de *S. undatus* no município de Lavras – MG, verificaram que a adubação com esterco de curral, cama de frango e granulado bioclástico favoreceu o crescimento de plantas de pitaya vermelha à campo. Os granulados bioclásticos, são algas calcárias (*Lithothamnium*) que contribuem para o melhoramento físico, químico e biológico do solo, corrigindo a acidez, aumentando a disponibilidade dos fertilizantes para as plantas e a atividade biológica do solo, favorecem a disponibilidade do fósforo e ativam o desenvolvimento das bactérias autotróficas responsáveis pela nitrificação (DIAS, 2000).

Duarte et al. (2017) observaram que os tratamentos de adubação orgânica interferiram positivamente nos parâmetros de qualidade dos frutos de pitaya. Estes autores também concluíram que a associação dos estercos de galinha e bovino foi mais eficaz que as demais adubações orgânicas, resultando em menores perdas de qualidade durante o armazenamento. Silva, Matias, Oliveira (2020) verificaram que a adição de adubos orgânicos em solos arenosos, favorece o crescimento das plantas de pitaya, bem como reduz o período para a primeira floração e frutificação.

2.5.4 Uso da Irrigação no Cultivo de Pitaya

Embora as pitayas sejam cactos, estas espécies consomem mais água do que as cactáceas do deserto. Isto é explicado pelo fato de que as espécies de pitayas são cactos originados das florestas tropicais, ou seja, onde existe um microclima com ótima regularidade de chuva e conseqüentemente, alta umidade relativa do ar. Neste sentido, é recomendada a irrigação dos pomares de pitaya, principalmente durante períodos de estiagem (BECERRA, 1992).

A maioria dos estudos relacionados à fenologia das espécies de pitaya verificaram que o início do florescimento das plantas é marcado pelo início da estação chuvosa e aumento da temperatura média (KISHORE, 2016; LIMA, 2013; MARQUES et al., 2011; SILVA et al. 2015). Porém, é importante mencionar que a irrigação durante o período de seca não estimula o processo de floração e produção de frutos, o que nos leva a saber que o ciclo de produção de frutos também está intimamente ligado a outros fatores como temperatura e fotoperíodo (VILLACÍS, 2011).

A irrigação regular é importante, pois permite à planta de pitaya o acúmulo de reservas necessárias para o florescimento e desenvolvimento dos frutos. Recomenda-se a irrigação através do sistema de gotejamento ou microaspersão de modo a evitar regas excessivas e como meio de garantir a eficácia do aproveitamento de água pelas plantas (BARBEAU, 1990).

O excesso ou falta de água da chuva ou da irrigação podem ser desfavoráveis para o desenvolvimento e produção das plantas, bem como para a qualidade dos frutos. Alta intensidade de chuvas pode acarretar tanto em distúrbios fisiológicos quanto em distúrbios fitossanitários, os quais podem ocasionar prejuízo econômico. Além disso, o pegamento dos frutos pode ser prejudicado com o excesso de chuvas e irrigação por ocasionar a lavagem ou morte dos grãos de pólen (JACOBS, 1999; QUEIROGA et al., 2021).

Com o objetivo de entender a demanda das plantas de pitaya por água, bem como propiciar uma recomendação para a quantidade de água e frequência de irrigação, alguns

autores destinaram seus estudos a este assunto (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006; LICHTENZVEIG, 2000; MERTEN, 2003; MIZRAHI; NERD, 1999).

A quantidade de água e frequência da irrigação devem ser determinadas de acordo com a textura do solo, estágio fenológico das plantas e fatores climáticos locais (MERTEN, 2003). As espécies de pitaya possuem um sistema radicular fibroso e muito raso, respondendo bem quando é mantida a umidade da parte superior do solo. Neste sentido, Raveh; Nerd; Mizrahi (1997) citam que o fornecimento de um pouco de água todos os dias é mais eficiente e benéfica para a cultura da pitaya do que o fornecimento de grandes quantidades com menos frequência.

2.5.5 Incidência e Controle de Insetos, Doenças e Plantas Daninhas na Pitaya

Os insetos são organismos muito importantes do ponto de vista ecológico, pois assumem diversos papéis dentro de um sistema de cultivo e podem ser separados em dois grupos: os insetos benéficos e os insetos-praga. Dentre os insetos considerados benéficos a um sistema de cultivo estão: os polinizadores, que auxiliam no processo de polinização das flores e conseqüentemente produção da planta; os inimigos naturais que são os predadores e parasitoides, os quais fazem controle de outros insetos; e ainda existem os insetos detritívoros que contribuem para a decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes, alimentando-se da matéria morta e resíduos. Os insetos-praga são aqueles insetos considerados prejudiciais às plantas cultivadas pois se alimentam das plantas ou, então, são responsáveis pela transmissão de doenças (MEDEIROS et al., 2011).

Os insetos-pragas estão entre os maiores causadores de danos nos cultivos agrícolas em geral. Na fruticultura, estes insetos podem acometer o pomar desde a implantação, condução, até a colheita das frutas (COSMO; GALERIANI, 2020). Para o cultivo da pitaya, existem relatos de diversas espécies atacando diferentes estruturas vegetais, contudo, resultados

referentes à incidência de insetos-praga em pomares brasileiros ainda são escassos (LONE et al., 2020).

Popularmente conhecida como arapuá, irapuá, abelha-cachorro, entre outras denominações, as abelhas da espécie *Trigona spinipes* são citadas como insetos-praga em todos alguns trabalhos conduzidos no território brasileiro (DRUMOND et al., 2019; LIMA, 2013; LONE et al., 2020; MUNIZ, 2017). Esta espécie de abelhas possui grande importância na produção de frutos de várias espécies devido ao seu papel como polinizadoras dessas culturas (BRAGA, 2018; GUIMARÃES; SHIOSAKI; MENDES, 2021; LIMA, 2021). Por outro lado, esses insetos podem atuar como pragas agrícolas e florestais em algumas culturas (DRUMOND et al., 2019). Esta espécie aparece durante todo o ciclo de produção de pitaya e possuem alto potencial destrutivo pois se alimentam dos cladódio, flores e frutos das plantas (LIMA, 2013; MUNIZ, 2017).

Lone et al. (2020), observando pomares no estado de Santa Catarina no Brasil, observaram a presença de formigas cortadeiras do gênero *Acromyrmex* atacando cladódios, botões florais e frutos das plantas de pitaya. Lima (2013), estudando espécies de pitaya no município de Planaltina – DF, observou a presença de formigas dos gêneros *Atta* e *Solenopsis* causando danos nos cladódios, botões florais e frutos. Além das formigas, a autora observou a presença de coleópteros da família Scarabaeidae consumindo estames e copulando nas flores.

Os percevejos fitófagos *Machtima crucigera* foram identificados por Lima (2013) na espécie *S. undatus* na fase de floração e frutificação. Estes insetos foram responsáveis pelo aparecimento de pequenas manchas brancas na superfície da casca dos frutos, comprometendo a qualidade dos frutos de pitaya. Outras espécies de percevejo (*Leptoglossus* sp., *Sphictyrtus* sp. e *Chinavia* sp.) também foram observados por Lone et al. (2020) nos pomares de pitaya de Santa Catarina atacando cladódios, botões florais e frutos. Estes insetos são sugadores que causam perdas diretas às plantas, devido aos distúrbios fisiológicos e nutricionais causados pela

sucção da seiva e inserção de toxinas, além de perdas indiretas devido à redução da qualidade dos frutos (LONE et al., 2020).

Pulgões também foram observados incidindo sobre brotações jovens e botões florais de plantas de pitaya nos pomares do estado de Santa Catarina. Os pulgões são insetos sugadores que causam perdas diretas às plantas devido aos distúrbios fisiológicos e nutricionais causados pela inserção de toxinas e sucção da seiva durante o processo de alimentação (LONE et al., 2020).

O manejo integrado de pragas (MIP) consiste na adoção de um conjunto integrado de práticas visando ao controle de insetos-praga nos cultivos de modo a manter as populações dos insetos prejudiciais abaixo dos níveis de dano econômico (KOGAN, 1998, PROKOPY; KOGAN, 2003). Lone et al. (2020) citam que para a cultura da pitaya, algumas práticas do MIP podem ser aplicadas com sucesso visando à redução dos níveis populacionais dos insetos-praga.

Dentre estas práticas estão: correção e adubação do solo, pois solos com nível de pH adequado favorecem o desenvolvimento de fungos entomopatogênicos os quais controlam de forma natural a incidência principalmente de formigas e cupins; diversificação vegetal, podendo ser utilizadas plantas para a cobertura do solo, quebra-ventos ou a consorciação com outros cultivos, pois ambientes diversificados atraem maior quantidade de insetos benéficos que auxiliam no controle biológico dos insetos-praga; e o controle biológico, através da aplicação de produtos que contenham em sua formulação fungos entomopatogênicos e também através da liberação de ovos de insetos predadores e parasitoides criados em laboratório; controle mecânico, através do ensacamento dos frutos (LONE et al. 2020).

Não existe, até o momento, o registro de inseticidas químicos para a cultura da pitaya (LONE et al., 2020). Ademais, o uso excessivo e indiscriminado de inseticidas químicos no cultivo de frutíferas leva a redução da população dos inimigos naturais agroecossistema, favorecendo os insetos-praga (CORRÊA-FERREIRA et al., 2010), além de acelerar a seleção

de insetos resistentes aos ingredientes ativos utilizados (SOSA-GÓMEZ; CORSO; MORALES, 2012). Neste sentido, a utilização de inseticidas naturais alternativos torna-se uma ferramenta de grande utilização no cultivo da pitaya. Entre os inseticidas naturais que podem ser utilizados para o controle dos insetos-praga na pitaya estão: extrato de óleo de nem, calda de mamona, chá de folhas de angico e calda de fumo (QUEIROGA et al., 2021).

Além dos insetos-praga, as doenças também são responsáveis por grandes perdas na fruticultura tanto durante o ciclo vegetativo e reprodutivo das plantas, quanto no processo de pós-colheita dos frutos. Lone et al. (2020) registraram a presença de 30 patógenos na cultura da pitaya causando danos em frutos, cladódios e raízes. Foram identificados fungos como *Fusarium* sp., *Colletotrichum* sp. e *Bipolaris* sp., bactérias dos gêneros *Pectobacterium* e *Xanthomonas* sp. e também alguns vírus e nematoides.

Ainda não existem fungicidas químicos registrados para a cultura da pitaya. Assim, a utilização de fungicidas naturais, como a calda bordalesa, por exemplo, são uma ótima alternativa para o controle de doenças. Além disso, algumas práticas culturais são essenciais na prevenção ou tratamento de doenças, entre estas práticas podem ser citadas: a utilização de mudas saudáveis e provenientes de viveiros certificados; área de implantação do pomar deve ser livre de patógenos; locais que favorecem um microclima úmido e sombrio devem ser evitados; correção da fertilidade do solo; drenagem do terreno; adubação correta; e remoção dos ramos atacados (LONE et al., 2020).

A incidência de plantas daninhas também é um fator de perdas de produtividade na fruticultura devido à concorrência por luz, água e nutrientes com as plantas cultivadas. Dentre as estratégias existentes para o controle de plantas daninhas na cultura da pitaya estão: a capina, que pode ser realizada de forma manual através do arranquio ou uso de enxada e de forma mecânica com o uso de roçadeiras; o coroamento, que deve ser realizado com enxada ao redor do tutor e base da planta; uso de cobertura, podendo ser realizado o cultivo de coberturas vivas

como o amendoim forrageiro, nabo forrageiro ou gramíneas na entrelinha, bem como podem ser utilizadas coberturas mortas entre plantas; e a cobertura do solo com plástico. O controle químico de plantas daninhas na cultura da pitaya não é recomendado devido a possibilidade de fitotoxicidade as plantas cultivadas, podendo levar à morte de plantas ou perda de produtividade (LONE et al., 2020; QUEIROGA et al, 2021).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAFRUTAS. **Dados de exportação 2020: Comparativo anual de exportação de frutas, período 2019 - 2020**. Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frutas e Derivados, 2020. Disponível em: <https://abrafrutas.org/2021/02/dados-de-exportacao-2020/#:~:text=Ao%20contr%C3%A1rio%20de%20muitas%20outras,em%20rela%C3%A7%C3%A3o%20ao%20ano%20anterior>. Acesso em: 20 de ago de 2021.

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 pitaya vermelha e branca. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.71, p. 656-61, 2012.

AGUIAR, R. S.; YAMAMOTO, L. Y.; PRETI, E. A.; SOUZA, G. R. B.; SBRUSSI, C. A. G.; OLIVEIRA, E. A. P.; ASSIS, A. M.; ROBERTO, S. R.; NEVES, C. S. V. J. Extração de mucilagem e substratos no desenvolvimento de plântulas de maracujazeiro amarelo. **Semina**, v. 35, p. 605-612, 2014.

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, p.586-589, 2012.

AMBIEL, A. C.; GUABERTO, L. M.; VANDERLEI, T. M.; MACHADO NETO, N. B. Agrupamento de acessos e cultivares de três espécies de *Brachiaria* por RAPD. **Acta Scientiarum**, v. 30, p. 457-464, 2008.

ANDRADE, R. A.; MARTINS, A. B. G. Aspectos morfológicos de folhas na diferenciação de variedades de carambola. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, p. 386-388, 2007.

ANDRADE, R. A.; OLIVEIRA, I. V. M.; SILVA, M. T. H.; MARTINS, A. B. G. Germinação de pitaya em diferentes tipos de substratos. **Revista Caatinga**, v. 21, p. 71-75, 2008.

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, p. 561–564, 2009.

ATANASOV, A. G.; WALTENBERGER, B.; PFERSCHY-WENZIG, E.; LINDER, T.; WAWROSCHE, C.; UHRIN, P.; TEMML, V.; WANG, L.; SCHWAIGER, S.; HEISS, E. H.; ROLLINGER, J. M.; SCHUSTER, D.; BREUSS, J. M.; BOCHKOV, V.; MIHOVILOVIC, M. D.; KOPP, B.; BAUER, R.; DIRSCH, V. M.; STUPPNER, H. Discovery and resupply of pharmacologically active plant-derived natural products: A review. **Biotechnology Advances**, v. 33, p. 1582-1614, 2015,

BARBEAU, G. La pitahaya rouge, un nouveau fruit exotique. **Fruits**, v. 45, p. 141-147, 1990.

BARTHLOTT, W.; HUNT, D. R. Cactaceae. *In*: KUBITZKI, K. **The families and genera of vascular plants**. Vol. II. Berlin: Springer, 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, p. 1106-1109, 2006.

BECERRA OCHOA, L. A. **El cultivo de la pitaya**. 6ª edição. Manizales: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 1987.

BENEGA-GARCIA, R.; CISNEROS, A.; SCHNEIDER, B.; TEL-ZUR, N. Gynogenesis in the vine cacti *Hylocereus* and *Selenicereus* (Cactaceae). **Plant Cell Reports**, v. 28, p.719-726, 2009.

BEZERRA, A. M.; MOMENTÉ, V. G.; MEDEIROS FILHO, S. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) em função do peso da semente e do tipo de substrato. **Horticultura Brasileira**, v. 22, p. 295-299, 2004.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V.; FRITSCHÉ-NETO, R. **Melhoramento de plantas**. 7ª edição. Viçosa: UFV, 2017.

BOROCHOV, R. **Of pitayas and passions**. Ministério de Assuntos Estrangeiros de Israel, 2011. Disponível em: https://mfa.gov.il/MFA/InnovativeIsrael/Pages/Pitayas_and_passions-May_2011.aspx. Acesso em: 20 de dezembro de 2021.

BRAGA, M. S. K. A polinização como fator de produção na cultura do morango. **Comunicado Técnico/ Embrapa**, Jaguariúna, n. 56, maio, 2018.

BROWN, N. The Cactaceae: Descriptions and Illustrations of Plants of the Cactus family. **Nature**, v. 111, p. 426-427, 1923.

BURRY, M. Kiwi scientists working with Vietnamese partners on new dragon fruit. **RNZ's Daily Newsletter**. 2019. Disponível em: <https://www.rnz.co.nz/news/country/393331/kiwi-scientists-working-with-vietnamese-partners-on-new-dragon-fruit>. Acesso em: 10 de dezembro de 2021.

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

CAMARGO, R. R.; ELLO, L. L.; FROLECH, D.; NADAL, M. C.; SCHUCH, M. W.; ASSIS, A. M. Métodos de remoção da mucilagem e substratos na propagação sexuada de pitaya. *In*: Encontro de Pós-Graduação, 19., 2017, Pelotas. **Anais... Pelotas: UFPel**, 2017.

CANTO, A. R. El cultivo de pitahaya em Yucatán. Yucatan: Universidade Autônoma Chapingo, 1993.

CARMONA, R.; REZENDE, L. P.; PARENTE, T. V. Extração química de sementes de gabiroba (*Campomanesia adamantium* Camb.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 16, p.31-11, 1994.

CARVALHO, M. A.; QUESENBERRY, K. H. Morphological characterization of the USA *Arachis pinto* Krap. and Greg. collection. **Plant Systematics and Evolution**, v.277, p. 1-11, 2009.

CASTILLO-MARTÍNEZ, M. R.; ORTIZ-HERNANDEZ, Y. D. Floración y fructificación de pitajaya en Zaachila, Oaxaca. **Revista Fitotecnia Mexicana**, v.17, p.12-19, 1994.

CASTILLO-MARTÍNEZ, R., CÁLIX DE DIOS, H. Las pitahayas, un recurso subaprovechado. **Ciencia y desarrollo**, v. 136, p. 52-57, 1997.

CAVALCANTE, I. H. L. **Pitaya: propagação e crescimento de plantas**. Orientador: Antonio Baldo Geraldo Martins. 2008. 94p. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

CAVALCANTE, I. 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 de Fruticultura**, v. 33, p. 970-982, 2011.

CHAGAS, E. A.; FLORES, P. S.; PIO, R.; CHAGAS, P. C.; ARAÚJO, M. C. R.; MAGALHÃES, H. M. Pitaya. *In*: PASQUAL, M.; CHAGAS, E. A. **Cultura de Tecidos em Espécies Frutíferas**. Boa Vista: UFRR, 2014. p. 237-247.

CHEOK, C. Y.; ADZAHAN, N. M.; RAHMAN, R. A.; ABEDIN, N. H. Z.; HUSSAIN, N.; SULAIMAN, R.; CHONG, G. H. Current Trends of Tropical Fruit Waste Utilization. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 58, p. 335-361, 2016.

CISNEROS, A.; TEL-ZUR, N. Evaluation of interspecific-interploid hybrids (F1) and back crosses (BC1) in *Hylocereus* species (Cactaceae). *In*: SWAN, A. **Meiosis: molecular mechanisms and cytogenetic diversity**. Rijeka: InTech, Open Access Publisher, 2012. p. 367-388.

COELHO, L. S. L.; COELHO, P. V.; KIRMSE, R.; ABREU, J. P. S.; ELIAS, J.; PEREIRA, H. S.; SOUZA, C. M. P.; CUNHA JUNIOR, J. O.; BERILLI, A. P. C. G.; AGUIAR, R. L. Introdução de banco de germoplasma de pitaya no IFES Campus Itapina. *In: SILVA NETO, B. R. A genética e a construção de novos paradigmas nas ciências da vida*. Ponta Grossa: Atena, 2021.

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.

CORDEIRO, M. H. M.; SILVA, J. M.; MIZOBUTSI, G. P.; MIZOBUTSI, E. H.; MOTA, W. F. Caracterização física, química e nutricional da pitaya-rosa de polpa vermelha. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, p. 20-26, março, 2015.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; ALEXANDRE, T. M.; PELLIZZARO, E. C.; MOSCARDI, F.; BUENO, A. F. Práticas de manejo de pragas utilizadas na soja e seu impacto sobre a cultura. **Circular Técnica/ Embrapa**, Londrina, n. 78, julho, 2010.

CORREIA, D.; NASCIMENTO, E. H. S.; MORAIS, J. P. S.; GOMES FILHO, A. A. H.; NOBRE SILVA, M. K.N. Germinação de sementes e tipos de explante na propagação *in vitro* da pitaya vermelha (*Hylocereus polyrhizus*). **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/Embrapa Agroindústria Tropical**, Fortaleza, n. 147, setembro, 2017.

COSMO, B. M. N.; GALERIANI, T. M. Pragas dos citros: cochonilhas, pulgões, minador dos citros, cigarrinhas, bicho furão e mosca branca dos citros. **Revista Agronomia Brasileira**, v. 4, p. 1-9, 2020.

COSTA, A. C. **Adubação orgânica e ensacamento de frutas na produção de pitaiá vermelha**. Orientador: José Darlan Ramos. 2012. 69p. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

CRANE, J. H.; BALERDI, C. F. Pitaya growing in the Florida home landscape. Orlando: IFAS Extension of University of Florida, 2005.

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

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

DAM. **A research and development center for pitaya (Dragon Fruit)**. Department of Agriculture of Malaysia, 2009. Disponível em: Acesso em 20 de maio de 2021.

DIAS, G. T. M. Granulados bioclásticos - algas calcárias. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 18, p. 307-318, 2000.

DIAZ, H. L.; MIRANDA, A. G. Guía técnica para la producción de pitahaya. **Boletim Técnico: Instituto Nicaraguense de Tecnología Agropecuária - INTA**, Managua, n. 6, agosto, 2002.

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

DRUMOND, P. M.; RIBEIRO, M. F.; KIILL, L. H. P.; SANTOS, R. S. Aprendendo a conviver com as abelhas-arapuás em sistemas agrícolas. **Documentos/Embrapa Acre**, Rio Branco, n. 158, junho, 2019.

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**, v. 20, p. 1-11, 2017.

EHRICH, J. C. R. **Enraizamento de estaca de pitaya com utilização de ácido indolbutírico com dois tamanhos de estaca**. Orientador: Márcio de Carvalho Pires. 2018. 27p. Monografia de Graduação. Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

ESQUIVEL P. Los frutos de las Cactáceas y su potencial como matéria prima. **Agronomía Mesoamericana Universidad de Costa Rica**, v. 15, p. 215 219, 2004.

ESQUIVEL, P.; AYARA-QUESADA, 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, p. 113-129, 2012.

ESQUIVEL, P.; STINTZING, F. C.; CARLE, R. Comparison of morphological and chemical fruit traits from different pitaya genotypes (*Hylocereus* sp.) grown in Costa Rica. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, v. 81, p.7-14, 2007.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. R. **L. Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. Pelotas: UFPel, 1995.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. Pitayas: atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação na Embrapa Cerrados. **Embrapa Cerrados**, Planaltina, 2021.

FALEIRO, F. G.; OLIVEIRA, J. S.; JUNQUEIRA, N. T. V. Aplicação de descritores morfoagronômicos utilizados em ensaios de DHE de cultivares de pitaya: **Manual Prático/Embrapa Cerrados**, Planaltina, 2020.

FERREIRA, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética**. 3. ed. Brasília: Embrapa-Cenargem, 1998.

FIGUEROA, R; TAMAYO, J.; GONZÁLEZ, S.; MORENO, G.; VARGAS, L. Actividad antioxidante de antocianinas presentes en cáscara de pitahaya (*Hylocereus undatus*). **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 12, p. 44-50, 2011.

FRÁGUAS, C. B.; PEREIRA, A. R.; RODRIGUES, V. A.; FERREIRA, E. A.; PASQUAL, M. **Propagação *in vitro* de espécies ornamentais.** Lavras: UFLA, 1999.

GALÁN-SAÚCO, V.; MENINI, U. G. **Litchi cultivation.** Roma: FAO Plant Production and Protection, 1989.

GALBIATTI, J. A.; GARCIA, A.; SILVA, M. L. D.; MASTROCOLA, M. A.; CALDEIRA, D. S. A. Efeitos de diferentes doses e épocas de aplicação de efluente de biodigestor e da adubação mineral em feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) submetido a duas lâminas de água por meio de irrigação por sulco. **Científica**, v. 24, p. 63-74, 1996.

GALVÃO, E. C. **Substrato e ácido indolbutírico na produção de mudas de pitaia vermelha de polpa branca.** Orientadora: Leila Aparecida Salles Pio, 2015. 68p. Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

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.

GONÇALVES, A. F. M.; PINTO, S. I. C.; CORRÊA, R. M. Pitaya (*Hylocereus undatus*) initial growth in function to NPK fertilization. **Revista Agrogeoambiental**, v. 11, p. 52-59, 2019.

GREENME. **Pitaya - Propriedades curativas e várias formas de consumir**. GreenMe, 2017. Disponível em: <https://www.greenme.com.br/usos-beneficios/4107-pitaya-propriedades-curativas-formas-consumir>. Acesso em: 20 abr. 2020.

GUIMARÃES, J. S.; SHIOSAKI, R. K.; MENDES, M. L. M. Licuri (*Syagrus coronata*): características, importâncias, potenciais e perspectivas do pequeno coco do Brasil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 58, p. 169-192, 2021.

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. **Underutilized fruit trees in Sri Lanka**. Índia: World Agroforestry Centre, South Asia Office, 2007.

GUZMÁN, R. Fertilización de la pitahaya. In: **Primer encuentro nacional del cultivo de la pitahaya**. San Marcos: Memorias, 1994, p.80-82.

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, p. 667- 677, 2006.

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

IBGE. **Resultados do Censo Agropecuário 2017**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>. Acesso em: 15 de março de 2019.

IBRAHIM, S. R. M.; MOHAMED, G. A.; KHEDR, A. I. M.; ZAYED, M. F.; EL-KHOLY, A. A. E. S. Genus *Hylocereus*: Beneficial phytochemicals, nutritional importance, and biological relevance - A review. **Journal of Food Biochemistry**, v. 42, p. 1-29, 2018.

INFANTE, G. S. El cultivo de la pitahaya: experiencias en Colombia. *In*: CASTILLO, M.; CÁLIX, H. **Memoria del primer curso teórico-práctico sobre el cultivo de la pitahaya**. Quintana: Universidad de Quintana Roo, 1996. p. 17-31.

IPNI. International Plant Names Index, 2022. Disponível em: <http://www.ipni.org>. Acesso em: 15 de setembro de 2022.

JAAFAR, R. A.; RAHMAN, A. R. B. A.; MAHMUD, N. Z. C.; VASUDEVAN, R. Proximate Analysis of Dragon Fruit (*Hylocereus polyhizus*). **American Journal of Applied Sciences**, v. 6, p. 1341-1346, 2009.

JACOBS D. Pitaya, *Hylocereus undatus*, a potential new crop for Australia. **The Archives of the Rare Fruit Council of Australia**, v. 107, p. 3-7, 1998.

JAMSHIDI-KIA, F.; LORIGOOINI, Z.; AMINI-KHOEI, H. Medicinal plants: Past history and future perspective. **Journal of Herbmed Pharmacology**, v. 7, p. 1-7, 2018.

JUÁREZ-CRUZ, A.; LIVERA-MUÑOZ, M.; SOSA-MONTES, E.; GOYTIA-JIMÉNEZ, M. A.; GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, V. A.; BÁRCENA-GAMA, R. Composición química de tallos inmaduros de *Acanthocereus* spp. e *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose. **Revista de Fitotecnia Mexicana**, v. 35, p. 171-175, 2012

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, p. 840-846, 2010a.

JUNQUEIRA, K. P.; FALEIRO, F. G.; BELLON, G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; LIMA, C. A.; FONSECA, K. G.; SANTOS E. C. Variabilidade genética de acessos de pitaya com diferentes níveis de produção por meio de marcadores RAPD. *In*: Simpósio Nacional do Cerrado, 9., 2008, Planaltina. **Anais...** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008.

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, p. 819-824, 2010b.

JUNQUEIRA, K. P.; JUNQUEIRA, N. T. V.; RAMOS, J. D.; PEREIRA, A. V. Informações preliminares sobre uma espécie de Pitaya do Cerrado. **Documentos/Embrapa Cerrados**, Planaltina, n. 62, dezembro, 2002b.

KANNER, J.; HAREL, S.; GRANIT, R. Betalains - a new class of dietary cationized antioxidants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, p. 5178-5185, 2001.

KARI, R.; LUKMAN, R. L.; ZAINUDDIN, R.; JAAFAR, H. Basal media for in vitro germination of red-purple dragon fruit *Hylocereus polyrhizus*. **Journal of Agrobiotechnology**, v.1, p. 88-93, 2010.

KATAOKA; FUKUDA. S.; KOZAI, N.; BEPPU, K.; YONEMOTO, Y. Conditions for seed germination in pitaya. **Acta Horticulturae**, v. 975, p. 281-286, 2013.

KIM, H.; CHO, 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**, v. 79, p. 38-45, 2011.

KISHORE, K. Phenological growth stages of dragon fruit (*Hylocereus undatus*) according to the extended BBCH-scale. **Scientia Horticulturae**, v. 213, p. 294-302, 2016.

KOGAN, M. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. **Annual Review of Entomology**, v. 43, p. 243-270, 1998.

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.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RiMa, 2006.

LAREDO, R. R. **Épocas de coleta e tipos de incisão no cladódio para propagação de pitaia vermelha de polpa branca. Orientador:** José Darlan Ramos. 2016. 83p. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

LE BELLEC, F.; JUDITH, R. C. La pitaya (*Hylocereus* sp.) en culture de diversification à l'île de la Réunion: stratégie d'accompagnement de son développement. **Fruits**, v. 57, p. 219-230, 2002.

LE BELLEC, F.; VAILLANT, F. Pitahaya (pitaya) (*Hylocereus* spp.). In: YAHIA, E. M. **Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2011. p. 247-273.

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

LI, X.; GAO, Y.; HAN, W.; LIN, J.; HU, Q.; CHEN, D. Antioxidant activity and mechanism in flower of *Hylocereus undatus* (Haw.) Britt. et Rose. **Acta Biologica Cracoviensia**, v. 55, p. 80-85, 2013.

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

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, p. 1326-1331, 2010.

LIMA, C. A. Caracterização, **Propagação e Melhoramento Genético de Pitaya Comercial e Nativa do Cerrado**. Orientador: Fábio Gelape Faleiro. 2013. 124p. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Agronomia, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

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, p. 565-570, 2013.

LIMA, C. A.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T.; PEIXOTO, J. R.; TELES, D. A. A.; ALMEIDA, B. C. Taxa de enraizamento de brotação de pitaya utilizando diferentes tamanhos de cladódios e substratos. *In*: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 22., 2012, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: SBP, 2012.

LIMA, M. V. **Atração e comportamento de forrageio de abelhas polinizadoras em flores de cultivares de abóbora (*Cucurbita moschata* Duch.) em região semiárida**. Orientador: Breno Magalhães Freitas. 2021. 104p. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

LIU, P. C.; TSAI, S. H.; YEN, C. R. Pitaya breeding strategies for improving commercial potential in Taiwan. **Improving Pitaya Production and Marketing**, p. 65-71, 2015.

LONE, A. B.; BELTRAME, A. B.; SILVA, D. A.; GUIMARÃES, G. G. F.; HARO, M. M.; R MARTINS, R. S. Cultivo de pitaya. **Boletim Técnico/EPAGRI**, Florianópolis, n. 196, outubro, 2020.

LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo *in natura*)**. São Paulo: Nova Cultural, 2006.

LUDERS, L. **The pitaya or dragon fruit (*Hylocereus undatus*)**. Darwin: University of Darwin, 2004.

MACHADO, F. G. A. **Densidades de plantio de ciclos e ciclos de cultivo na produção e qualidade de frutos e fenologia reprodutiva da pitaya vermelha**. Orientador: Márcio Cleber de Medeiros Corrêa. 2019. 97p. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia de Alimento, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

MAGALHÃES, D. S.; RAMOS, J. D.; PIO, L. A. S.; BOAS, E. V. B. V.; PASQUAL, M.; RODRIGUES, F. A. Physical and pelysicochemical modifications of white-fleshed pitaya throughout its development. **Scientia Horticulturae**, v. 243, p. 537-543, 2019.

MALDA, G.; SUZAN, H.; BACKHAUS, R.; *In vitro* culture as a potential method for the conservation of endangered plants possessing crassulacean acid metabolism. **Scientia Horticulturae**, v. 81, p. 71-87, 1999.

MARQUES, V. B. **Germinação, fenologia e estimativa do custo de produção da pitiaia [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose]**. Orientador: José Darlan Ramos. 2010. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

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

MARQUES, V. B.; RAMOS, J. R.; ARAÚJO, N. A.; MOREIRA, R. A. Custo de produção e rentabilidade na cultura da pitiaia sob o efeito de adubação orgânica. **Científica**, v. 40, p.138-149, 2012.

MEDEIROS, M. A.; HARTERREITEN-SOUZA, E. S.; TOGNI, P. H. B.; MILANE, P. V. G. N.; PIRES, C. S. S.; CARNEIRO, R. G.; SUJII, E. R. **Princípios e práticas ecológicas para o manejo de insetos-praga na agricultura**. Brasília: EMATER-DF, 2010.

MELETTI, L. M. M. **Propagação de frutíferas tropicais**. Guaíba: Agropecuária, 2000.

MERTEN, S. A review of *Hylocereus* production in the United States. **Journal of the Professional Association for Cactus Development**, v. 32, p. 98-105, 2003.

METZ, C.; NERD, A.; MIZRAHI, Y. Long-term storage of pollen of two fruit crop cacti of the genus *Hylocereus*. **HortScience**, v.35, p. 22-24, 2000.

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

MIZRAHI, Y.; MOUYAL, J.; NERD, A.; SITRIT, Y. Metaxenia in the Vine Cacti *Hylocereus polyrhizus* and *Selenicereus megalanthus* spp. **Annals of Botany**, v. 93, p. 469-472, 2004.

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

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

MIZRAHI, Y.; NERD, A.; SITRIT, Y. New fruits for arid climates. *In*: JANICK, J.; WHIPKEY, A. **Trends in new crops and new uses**. Alexandria: ASHS, 2002. p. 378- 384.

MOHAMED-YASSEEN, Y. Micropropagation of pitaya (*Hylocereus undatus* Britton et Rose). ***In vitro Cellular & Developmental Biology - Plant***, v. 38, p. 427-429, 2002.

MOREIRA, A.; FAGERIA, N. K.; SOUZA G. B.; FREITAS, A. R. Production, nutritional status and chemical properties of soil with addition of cattle manure, reactive natural phosphate and biotite schiste in Massai cultivar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 1883-1888, 2010.

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 granulado bioclástico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, p.714-719, 2012.

MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; MARQUES, V. B.; ARAÚJO, N. A. DE.; MELO, P. C. Crescimento de pitaia vermelha com adubação orgânica e granulado bioclástico. **Ciência Rural**, v. 41, p.785-788, 2011.

MUNIZ, J. P. O. **Abelhas e a Polinização da Pitaya (*Hylocereus* spp.): Implicações no Vingamento, Características Físicas e Físico-Químicas dos Frutos**. Orientador: Breno Magalhães Freitas. 2017. 81p. Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

NEGRI, L. A. B. **Propuesta metodológica para evaluar la adaptación de los productores a la variabilidad climática, principalmente a la sequía, en cuencas hidrográficas en américa central**. Orientador: Francisco Jiménez. 2006. 146f. Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, 2006.

NEPOMOCENO, T. A. R.; PIETROBON, A. J.; FERREIRA, C. A.; ZANELATTO, J. O. cultivo e a comercialização de pitaia (*Hylocereus* sp.) no Brasil, com enfoque no Estado do Paraná. *In: Semana Acadêmicas de Agronomia*, 13., 2019, Cascavel. **Anais...** Cascavel: FAG, 2019. p. 17-20.

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.

NERD, A.; MIZRAHI, Y. Reproductive biology of cactus fruit crops. **Horticultural Reviews**, v. 18, p. 321-346, 1997.

NERD, A.; TEL-ZUR, N.; MIZRAHI, Y. Fruit of vine and columnar cacti. *In*: NOBEL, P. S. (Ed.). **Cacti: biology and uses**. Los Angeles: UCLA, 2002. p. 254-262.

NOBEL, P.; DE LA BARRERA, E. Nitrogen relations for net CO₂ uptake by the cultivated hemi epiphytic cactus, *Hylocereus undatus*. **Scientia Horticulturae**, v. 96, p. 281-292, 2002.

NUNES, E. N.; ALEX SANDRO BEZERRA DE SOUSA, A. S. B.; LUCENA, C. M.; SILVA, S. M.; LUCENA, R. F. P.; ALVES, C. A. B.; ALVES, R. E. Pitaia (*Hylocereus* sp.): Uma revisão para o Brasil. **Gaia Scientia**, v. 8, p. 90-98, 2004.

OLIVEIRA, A. N. P.; OLIVEIRA, A. P.; LEONARDO, F. A. P.; CRUZ, I. S.; SILVA, D. F. Yield of gherkin in response to doses of bovine manure. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 100-102, 2009.

OMIDIZADEH, A.; YUSOF, R. M.; ISMAIL, A.; ROOHINEJAD, S.; NATEGHI, L.; BAKAR, M. Z. A. Cardioprotective compounds of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) fruit. **Journal of Food, Agriculture and Environment**, v. 9, p. 152-156, 2011.

ORTIZ, T. A.; TAKAHASHI, L. S. A. Quality of fruits of pitaya (*Hylocereus undatus* [Haworth] Britton & Rose) according to physiological maturity: A review. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, v. 14, p. 14, 2020.

ORTIZ-HERNANDÉZ, Y. D. **Hacia el conocimiento y conservación de la pitahaya (*Hylocereus sp.*)**. Oaxaca: IPN; SIBEJ; CONACYT; FMCN, 2000.

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

PAULA, C. C.; RIBEIRO, O. B. **Cultivo práctico de Cactáceas**. Viçosa: UFV, 2004.

PELAH, D.; KAUSHIK, R. A.; MIZRAHI, Y.; SITRIT, Y. Organogenesis in the vine cactus *Selenicereus megalanthus* using thidiazuron. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 71, p. 81–84, 2002.

PÉREZ-MOLPHE-BALCH, E.; DÁVILA-FIGUEROA, C. A. *In vitro* propagation of *Pelecypora aselliformis* Ehrenberg and *P. strobiliformis* Werdermann (Cactaceae). **In vitro Cellular & Developmental Biology - Plant**, v. 38, p. 73-78, 2002.

PERWEEN, T.; MANDAL, K.; HASAN, M.; Dragon fruit: An exotic super future fruit of India. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v.7, p. 1022-1026, 2018.

PHEBE, D.; CHEW, M. K.; SURAINI, A. A.; LAI, O. M.; JANNA, O. A. Redfleshed pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) fruit colour and betacyanin content depend on maturity. **International Food Research Journal**, v. 16, p. 233-242, 2009.

PIMENTEL, C. **Metabolismo de carbono na agricultura tropical**. Seropédica: EDUR, 1998.

POLLNOW, G. E. Pitaia, da propagação à colheita: uma revisão. **Agropecuária Catarinense**, v. 31, p. 73-78, 2018.

POOLSUP, N.; SUKSOMBOON, N.; PAW, N. J. Effect of dragon fruit on glycemic control in prediabetes and type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. **PLoS ONE**, v. 12, p. 1-12, 2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERABA. **Com banco de germoplasma, parceiros querem tornar Uberaba polo produtor de pitaia**. Prefeitura Municipal de Uberaba, 2021. Disponível em: <http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/conteudo,53205>. Acesso em: 20 de dezembro de 2021.

PROKOPY, R. J.; KOGAN, M. Integrated pest management. *In*: RESH, V. H.; CARDÉ, R. T. **Encyclopedia of Insects**. New York: Academic Press, 2003.

QUEIROGA, V. P.; GIRÃO, E. G.; GOMES, J. P.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; ALBUQUERQUE, E. M. B. **Pitaya (*Hylocereus* spp.): Sistema produtivo de cactos e trepadeiras**. Campina Grande: AREPB, 2021.

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**, v. 42, p. 1-5, 2020.

RAMOS, S. R. R.; QUEIROZ, M. A. de; PEREIRA, T. N. S. Recursos genéticos vegetais: manejo e uso. **Magistra**, v.19, p. 265-273, 2007.

RATES, S. M. K. Plants as source of drugs. **Toxicon**, v. 39, p. 603-613, 2001.

RAVEH, E.; NERD, A.; MIZRAHI, Y. Responses of Two Hemiepiphytic fruit crop cacti to different degrees of shade. **Scientia Horticulturae**, v. 73, p. 151-164, 1997.

REZENDE, I. F.; SOUSA, A. C. G; SUAREZ, N. F.; ROCHA, C. C.; RUFINI, J. C. M. O cultivo da Pitaya. **Boletim de Extensão/UFSJ**, São João del-Rei, 2017.

RODRÍGUEZ, C. A. Producción y comercialización de pitahayas en México. **Claridades Agropecuaria**, v. 82, p. 3-22, 2000.

RODRÍGUEZ CANTO, A. Guía técnica para la producción de plantas de pitahaya em viveros. **Guia técnico/SEDESEM**, Macanú, 1997.

RUTHS, R. **Propagação vegetativa de *Selenicereus setaceus* e a influência da temperatura e luminosidade na germinação das espécies *Selenicereus setaceus*, *Hylocereus undatus* e *Hylocereus polyrhizus***. Orientador: Lisandro Tomas da Silva Bonome. 2016. 68p. Dissertação

de Mestrado. Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, 2016.

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

SANTOS, J. M.; OLIVEIRA, J. A.; LIMA, J. M. E.; SILVA, H. W. Maturidade fisiológica de sementes de pitaya. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 61, p. 1-7, 2018.

SANTOS, R. H. S.; MENDONÇA, E. S. Agricultura natural, orgânica, biodinâmica e agroecológica. **Informe Agropecuário**, v. 22, p. 5-8, 2000.

SANTOS-DÍAZ, M. D. S.; MÉNDEZ-ONTIVEROS, R.; ARREDONDO-GÓMEZ, A.; SANTOSDÍAZ, M. D. L. *In vitro* organogenesis of *Pelecypora aselliformis* Erhenberg (Cactaceae). **In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant**, v. 39, p. 480-484, 2003.

SHETTY, A. A.; RANA, M. K.; PREETHAM, S. P. Cactus: a medicinal food. **Journal of Food Science and Technology**, v. 49, p. 530-536, 2012.

SILVA, A. C. C. **Pitaya: Melhoramento e produção de mudas. Orientador:** Antonio Baldo Geraldo Martins. 2014. 132p. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2014.

SILVA, A. C. C.; CAVALLARI, L. L.; SABIÃO, R. R.; MARTINS, A. B. G. Reproductive phenology of red dragon fruit in Jaboticabal, SP, Brazil. **Ciência Rural**, v.45, p.585-590, 2015.

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.1162-1168, 2011.

SILVA, M. J. S.; LISBÔA, J. F.; LEITE, D. D. F.; SILVA, V. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. Pitaya: cactácea com características exóticas. *In*: Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências, 1., 2016, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: CONASPEC, 2016.

SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 1998.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; CORSO, I. C.; MORALES, L. C. Insecticide resistance to endosulfan, monocrotophos and metamidophos in the neotropical brown stink bug, *Euschistus heros* (Fabr.). **Neotropical Entomology**, v. 30, p. 317-320, 2001.

SOUSA, E. M. P. **Extração, estabilidade, reologia e higroscopicidade do corante de pitaya (*Hylocereus costaricensis*)**. Orientador: Lênio José Guerreiro de Faria. 2015. 148p. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2015.

SOUZA, F. B. M.; PIO, R.; COELHO, V. A. T.; RODAS, C. L.; SILVA, I. P. Sintomas visuais de deficiência de macronutrientes, boro e ferro e composição mineral de amoreira-preta. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, p. 241-248, 2015.

SOUZA, L. S.; JUNQUEIRA, K. P.; LIMA, C. A.; CASTIGLIONI, G. L.; VILLANOVA, A. C. C.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SILVA, D. G. P.; FALEIRO, F. G.; SANTOS, E. C.; BELLON, G.; JUNQUEIRA, L. P. Características físico-químicas de frutos de pitaya cultivada nos cerrados. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 19., 2006, Cabo Frio. **Anais...** Cabo Frio: SBF; UENF; UFRRJ, 2006. p. 323.

STINTZING, F.; SCHIEBER, A.; CARLE, R. Betacyanins in fruits from red-purple pitaya, *Hylocereus polyrhizus* (Weber) Britton & Rose. **Food Chemistry**, Amsterdã, v. 77, p. 101-106, 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6ª edição. Porto Alegre: Artmed-editora, 2017.

TEL-ZUR, N. Pitahayas: introduction, agrotechniques and breeding. **Acta Horticulturae**, v. 995, p. 190-115, 2013.

TEL-ZUR, N.; ABBO, S.; BAR-ZVI, D.; MIZRAHI, Y. Genetic relationships among *Hylocereus* and *Selenicereus* vine cacti (cactaceae): evidence from hybridization and cytological studies. **Annals of Botany**, v. 93, p. 329-333, 2004.

TEL-ZUR, N.; DUDAI, D.; RAVEH, E.; MIZRAHI, Y. *In situ* induction of chromosome doubling in vine cacti (Cactaceae). **Scientia Horticulturae**, v. 129, p. 570-576, 2011b.

TEL-ZUR, N.; MIZRAHI, Y.; CISNEROS, A.; MOUYAL, J.; SCHNEIDER, B.; DOYLE, J. J. Phenotypic and genomic characterization of vine cactus collection (Cactaceae). **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 58, p. 1075-1085, 2011a.

TENORE, G. C.; NOVELLINO, E.; BASILE, A. Nutraceutical potential and antioxidant benefits of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) extracts. **Journal of Functional Foods**, v. 4, p. 129-136, 2012.

THANATCHA, R.; PRANEE, A. Extraction and characterization of mucilage in *Opuntia* spp. **Journal of Arid Environments**, v. 68, p. 534-545, 2007.

THEN, T. H. The effects of foliar fertilizers on the red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) fruit weight. **Acta Horticulturae**, v. 984, p. 227-230, 2013.

THOMSON, P. **Pitahaya (*Hylocereus species*): a promising new fruit crop for Southern California**. Bonsall: Bonsall Publications, 2002.

TURCIOS, O. L.; MIRANDA, A. G. Evaluación de dosis de nitrógeno y fósforo en el cultivo de pitahaya (*Hylocereus undatus*). **Agronomía Mesoamericana**, v. 9, p.66-71, 1998.

VAILLANT, F.; PEREZ, A.; DAVILA, I.; DORNIER, M.; REYNES, M. Colorant and antioxidant properties of red-purple pitahaya (*Hylocereus* sp.). **Fruits**, v. 60, p. 3-12, 2005.

VAN DOORN, W.; WOLTERING, E. Physiology and molecular biology of petal senescence. **Journal of Experimental Botany**, v. 59, p. 453-480, 2008.

VIDIGAL, S. M.; SEDIYAMA, M.A.N.; PEDROSA, M. W.; SANTOS, M. R. Produtividade de cebola em cultivo orgânico utilizando composto à base de dejetos de suínos. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 168-173, 2010.

VILLACÍS, E D. P. **Vamos a cultivar pitahaya: Ecuador**. Quito: ACRES, 2011.

VILLALOBOS-GUTIÉRREZ, M. G.; SCHWEIGGERT, R. M.; CARLE, R.; ESQUIVEL, P. Caracterización química de las semillas y el aceite extraído de las semillas de frutas de pitaya (*Hylocereus* sp.) cultivadas en Centroamérica. **CyTA – Journal of Food**, v. 10, p. 78-83, 2012.

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

WAKCHAURE, G. C.; KUMAR, S.; MEENA, K. K.; RANE, J.; PATHAK, H. Dragon fruit cultivation in India: Scope, marketing, constraints and policy issues. **Boletim Técnico/ICAR**, Pune, n. 46, dezembro, 2020.

WALLACE, R. S.; GIBSON, A. C. Evolution and systematic. *In*: NOBEL, P. **Cacti, Biology and uses**. California: University of California Press, 2002.

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.

WU, L.; HSU, H. W.; CHEN, Y. C.; CHIU, C. C.; LIN, Y. I.; HO, J. A. Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. **Food Chemistry**, v. 95, p. 319-327, 2006.

XICAN, L.; YAOXIANG, G.; WEIJUAN, H.; JING, L.; QIUPING, H.; DONGFENG, C. Antioxidant activity and mechanism in flower of *Hylocereus Undatus* (Haw.) Britt. et Rose. **Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica**, v. 55, p. 80-85, 2013.

YEN, T. T. O.; CHANH, H. V.; THI; N. N.; NHU; T. T. T. Dragon fruit breeding by traditional hybridization and treatment gamma rays on cuttings. **Agris**, p. 189-196, 2017.

YI, Y.; ZHANG, Q. W.; LI, S. L.; WANG, Y.; YE, W. C.; ZHAO, J.; WANG, Y. T. Simultaneous quantification of major flavonoids in “Bawanghua”, the edible flower of *Hylocereus undatus* using pressurised liquid extraction and high performance liquid chromatography. **Food chemistry**, v. 135, p. 528-533, 2012.

ZEE, F.; YEN, C. RUEN.; NISHINA, M. Pitaya (Dragon fruit, Strawberry pearl). **Fruits e Nuts**, v .9, p. 1-3, 2004.

**CAPÍTULO 1 – FENOLOGIA DA PRODUÇÃO DE GENÓTIPOS DE PITAYA
CULTIVADAS NA REGIÃO DO CERRADO DO PLANALTO CENTRAL
BRASILEIRO**

**CHAPTER 1 – PRODUCTION PHENOLOGY OF PITAYA GENOTYPES CROPPED
IN THE BRAZILIAN CERRADO REGION**

RESUMO

Devido ao crescimento acelerado do consumo de pitaya a nível mundial, cresce também a necessidade de maiores informações a respeito do cultivo dessas cactáceas. O estudo do comportamento fenológico de frutíferas propicia o conhecimento e a definição das épocas em que ocorrem as diversas fases do período vegetativo e reprodutivo das plantas, favorecendo a melhor utilização das práticas culturais, conhecimento da dinâmica fenológica e servindo como base para a elaboração de estratégias de cultivos e otimização dos sistemas de produção. Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a fenologia da produção de frutos de seis genótipos de pitaya desenvolvidos pela Embrapa Cerrados e cultivadas na região do cerrado do planalto central brasileiro. Seis genótipos de pitaya foram avaliados, sendo eles: BRS Lua do Cerrado (*Selenicereus undatus*), BRS Luz do Cerrado (*S. undatus*), CPAC Roxa (*S. costaricensis*), BRS Granada do Cerrado (*S. undatus* x *S. costaricensis*), BRS Minipitaya do Cerrado (*S. setaceus*) e BRS Âmbar do Cerrado (*S. megalanthus*). Foram realizadas avaliações semanais no período de agosto de 2019 a junho de 2021. O início do ciclo de produção de frutos ocorre entre agosto e outubro, para a maioria dos genótipos avaliados, com a emissão das gemas reprodutivas. A colheita de frutos maduros se estende de novembro a maio para a maioria dos genótipos. A BRS Âmbar do Cerrado foi a única que não apresentou uma safra de produção com períodos bem definidos para início da emissão das gemas florais e fim da colheita dos frutos maduros. Os genótipos de polpa vermelha apresentaram janela de produção mais ampla que os demais. As abelhas arapuás (*Trigona spinipes*) foram os visitantes florais mais frequentes. Altas populações desta abelha foram observadas destruindo as partes florais e os frutos de pitaya. Foi observado amarelecimento dos cladódios no período de entressafra devido a altas temperaturas, baixa umidade relativa do ar e alta incidência de luz solar, acarretando inclusive em degradação dos tecidos. Os genótipos de pitaya desenvolvidas pela Embrapa Cerrados possuem ciclos produtivos diferentes entre si, os quais permitem ao produtor rural o escalonamento da produção e comercialização de frutos.

Palavras-chave: *Hylocereus* sp., *Selenicereus* sp., ciclo fenológico, floração, frutificação.

ABSTRACT

Due to the accelerated growth of pitaya consumption worldwide, the need for more information about the cultivation of these cactus species also grows. The study of the phenological behavior of fruit plants provides the knowledge and definition of the times in which the different phases of the vegetative and reproductive period of the plants occur, favoring the best use of practices, knowledge of the phenology and giving a basis for crop strategies and optimization of crop systems. The aim of the present study was to evaluate the fruit production phenology of six pitaya genotypes developed by Embrapa Cerrados and cropped in the Brazilian Central Plateau region. Six pitaya genotypes were evaluated, namely: BRS Lua do Cerrado (*Selenicereus undatus*), BRS Luz do Cerrado (*S. undatus*), CPAC Roxa (*S. costaricensis*), BRS Granada do Cerrado (*S. undatus* x *S. costaricensis*), BRS Minipitaya do Cerrado (*S. setaceus*) and BRS Amber do Cerrado (*S. megalanthus*). Weekly evaluations were carried out in the period from August 2019 to June 2021. The beginning of the fruit production cycle occurs between August and October, for most of the evaluated genotypes, with the emission of reproductive buds. The ripe fruit harvest extends from November to May for most genotypes. BRS Âmbar do Cerrado was the only one that did not have a production season with well-defined periods for the beginning of the emission of floral buds and the end of the harvest of ripe fruits. The red pulp genotypes had a wider production window than the other genotypes. The snail bees (*Trigona spinipes*) were the most frequent floral visitors. High populations of this bee have been observed destroying the floral parts and fruits of pitaya genotypes. Yellowing of the cladodes was observed in the off-season due to high temperatures, low relative humidity and high incidence of sunlight, resulting in tissue degradation. Pitaya genotypes developed by Embrapa Cerrados has different production cycles, which allow the farmer the harvest and the commercialization of fruits almost among the whole year.

Key words: *Hylocereus* sp., *Selenicereus* sp., phenology, flowering, fruiting.

1.1 INTRODUÇÃO

As espécies de pitaya (*Hylocereus* sp. e *Selenicereus* sp.) são cactáceas nativas da América Latina, principalmente do México, Colômbia e Brasil, sendo hoje amplamente distribuídas por todo o mundo nas regiões tropicais e subtropicais (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006). Também conhecida como “fruta- do-dragão”, estão ganhando cada vez mais interesse em muitos países como resultado de sua ampla adaptabilidade a ambientes áridos, resistência a estresses bióticos e abióticos, além da facilidade de manejo e interesse crescente dos consumidores (MIZRAHI; NERD, 1999; MIZRAHI; NERD; NOBEL, 1997).

O sabor agradável dos frutos de pitaya e suas propriedades funcionais têm acarretado na grande aceitação pelo público consumidor, com consequente aumento da demanda no mercado mundial (ORTIZ-HERDANDEZ; CARILLO-SALAZAR, 2012). É um fruto rico em nutrientes, especialmente vitamina C, fósforo, cálcio, bem como alto conteúdo de fibras, propriedades antioxidantes e medicinais (WYBRANIEC et al., 2007).

Devido a este crescimento acelerado do consumo de pitaya a nível mundial, cresce também a necessidade de maiores informações a respeito do cultivo dessas espécies de cactáceas, o que desperta grande interesse das diferentes vertentes da pesquisa relacionada a frutíferas. Dentre estas vertentes, os estudos relacionados à fenologia reprodutiva são de imensa importância no cultivo de frutíferas. Informações obtidas sobre os períodos de brotação, florescimento, frutificação e colheita podem auxiliar no estabelecimento de tratos culturais e fitossanitários mais adequados (MARO et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2012).

As espécies de pitaya adaptam-se a diversos tipos de climas, desde os tropicais e subtropicais até os áridos (DONADIO, 2009). O período de floração concentra-se entre o final da primavera e início do verão, com pico de floração no verão, sendo, portanto, consideradas

plantas de dias longos (HOA et al., 2015; HUNG; HUONG, 2015; JIANG et al., 2012; ZEE et al., 2004).

No entanto, a duração das fases fenológicas e o período de produção podem variar de acordo com as espécies de pitaya, as condições climáticas do local de cultivo, o manejo do pomar e fatores genéticos (JIANG et al., 2012; MERTEN, 2003; RABELO et al., 2020). Estudos demonstram que as variações climáticas, principalmente em baixas temperaturas, resultam em taxas e épocas de floração instáveis, levando a um período de colheita irregular e produção limitada (JIANG et al., 2012; JIANG et al., 2016).

Neste sentido, há a necessidade do desenvolvimento de pesquisas locais relacionadas à fenologia, de modo fornecer informações sobre a viabilidade do cultivo e sobre o período produtivo das diferentes espécies de pitaya. Estas pesquisas fornecerão informações aos produtores rurais sobre as épocas de comercialização e melhores preços de mercado, auxiliando no planejamento do escalonamento e diversificação das espécies cultivadas (RABELO et al., 2020). Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo estudar a fenologia da produção; realizar a caracterização das flores e frutos; e registrar as características da antese de seis genótipo de pitaya desenvolvidos pelo programa de melhoramento genético da Embrapa Cerrados e cultivadas na região do Cerrado do Planalto Central Brasileiro.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental de pitaya instalada na Unidade de Apoio da Fruticultura da Embrapa Cerrados no município de Planaltina, DF, localizada na região do Planalto Central Brasileiro, à 15°35'30" de latitude Sul, 47°42'30" de longitude Oeste e 1.007 m de altitude. Segundo a classificação de Köppen, o clima é tipificado como Tropical Estacional (Aw) com duas estações bem definidas: uma estação seca, que se estende do mês de maio a setembro, e outra chuvosa, que se estende de outubro a abril, com precipitação média anual de 1500 mm. As médias de temperatura variam de 15,9°C nos meses mais frios à 26,4°C nos meses mais quentes (SILVA et al., 2009).

Foram avaliados seis genótipos de pitaya desenvolvidos pela Embrapa Cerrados, sendo eles: BRS Lua do Cerrado (BRS LC) e BRS Luz do Cerrado (BRS LZC), ambas da espécie *Selenicereus undatus* que é caracterizada por frutos de polpa branca e casca vermelha sem espinhos; BRS Minipitaya do Cerrado (*S. setaceus*) (BRS MPC), a qual apresenta frutos de polpa branca e casca vermelha com espinhos; BRS Âmbar do Cerrado (*S. megalanthus*) (BRS AC), com frutos de polpa branca e casca amarela com espinhos; BRS Granada do Cerrado (*S. undatus* x *S. costaricensis*) (BRS GC) e CPAC Roxa (*S. costaricensis*), ambas com frutos de polpa vermelha e casca vermelha sem espinhos.

Em agosto de 2017, cerca de sete meses antes da implantação do pomar, foi realizada a calagem do solo, com a aplicação de 5 ton.ha⁻¹ de calcário dolomítico com PRNT de 80%. Na sequência, foram feitas a gradagem e o nivelamento mecanizados do solo. Três meses antes do transplante realizou-se a adubação para fornecimento de fósforo, potássio e micronutrientes através da aplicação de 1 kg.m⁻¹ de Yoorim Master® nas linhas onde as mudas seriam transplantadas. Além disso, aplicou-se 5 kg.m⁻¹ de esterco curtido de gado. Após a aplicação da

adubação química e orgânica foi feita a incorporação destes produtos ao solo com o auxílio de uma grade rotativa.

O pomar foi instalado em março de 2018 utilizando-se de estacas provenientes de cladódios de seis genótipos geneticamente superiores. O delineamento utilizado foi de blocos casualizados com duas repetições, com dez plantas por repetição. As mudas foram conduzidas por tutoramento de um fuste único em postes de concreto armado. Após chegarem ao ápice do poste, os cladódios foram apoiados em um pneu de moto sustentado por uma cruzeta de ferro, permitindo a formação da copa das plantas. O espaçamento utilizado foi de quatro metros entre linhas e três metros entre plantas.

Foram realizadas adubações orgânicas anuais com a aplicação de cerca de 20 L de esterco de gado.planta⁻¹. Houve, também, adubações químicas mensais via aspersão foliar, via irrigação ou por cobertura, visando o suprimento de macro e micronutrientes às plantas tanto no período reprodutivo como no período vegetativo. Além disso, conservou-se o “mulching” com palhada de seringueira ou cana-de-açúcar a fim de impedir o crescimento de plantas daninhas nas linhas de transplante e manter a umidade e temperatura do solo em condições ideais.

O pomar foi mantido a pleno sol e sob irrigação pelo sistema de microaspersão. No período de seca foram realizadas irrigações semanais com uma lâmina d'água de 20 mm a fim de suprir a demanda de água das plantas de pitaya no período de ausência de chuvas na região. O fornecimento de água via irrigação no período de chuvas foi realizado somente quando ocorria ausência de chuvas no período de uma semana.

Para a observação dos padrões fenológicos, dez plantas de cada genótipo foram avaliadas semanalmente entre o período de agosto de 2019 a junho de 2021, desde o aparecimento dos primeiros botões florais até a colheita dos últimos frutos maduros. Vários botões florais foram identificados durante todo o ciclo produtivo das plantas de cada genótipo, sendo acompanhados a partir de 0,5 cm de comprimento até a colheita do fruto maduro. Foram registradas as datas

de início e fim da emissão de gemas reprodutivas, abertura floral e colheita de frutos maduros. Também foram avaliados o tempo para a maturação dos frutos de cada genótipo.

Além do acompanhamento dos estágios fenológicos, também foram realizadas observações visuais da presença de insetos, doenças e estresses abióticos durante o período de avaliação. Essas observações tiveram o objetivo de levantar o máximo de informações possíveis sobre o comportamento dos genótipos de pitaya estudados, visando possíveis recomendações sobre o manejo cultural baseado na necessidade específica de cada um.

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

1.3.1 Fenologia da Produção

Os genótipos BRS Lua do Cerrado e BRS Luz do Cerrado tiveram a produção dos primeiros frutos no mesmo ano da implantação do pomar. Apesar de ter sido colhida apenas uma pequena quantidade de frutos, deve-se considerar que, para a região do Cerrado do Planalto Central Brasileiro, pomares de pitaya destes genótipos são capazes de produzir seus primeiros frutos já no primeiro ano de cultivo (dados não apresentados). Kishore (2016), em experimento na Índia, relatou que o crescimento vegetativo de plantas de *S. undatus* dura aproximadamente 12 meses após o transplante das mudas, depois desse período começam os estágios reprodutivos, quando sob condições de temperatura e fotoperíodo adequados.

O florescimento da maioria dos genótipos estudados se estendeu do mês de outubro ao mês de maio nas duas safras avaliadas (19/20 e 20/21). Esse período coincide com o período de chuvas, dias de maior fotoperíodo na região e menor amplitude térmica. Silva et al. (2015) e Marques et al. (2011) estudando o comportamento fenológico de *S. undatus* no município de Jaboticabal-SP e Lavras-MG, respectivamente, observaram que o início do período de emissão de gemas reprodutivas coincidiu com o aumento das temperaturas médias diárias e início do período de chuva. Kishore (2016) também afirma que o florescimento de *S. undatus* coincide com o período de chuvas, alta umidade relativa do ar, dias longos e amplitude de temperatura moderada.

Jiang et al. (2012) estudaram o efeito do fotoperíodo na emissão de gemas vegetativas e reprodutivas em plantas de um genótipo híbrido (*S. undatus* x *H. polyrhizus*). Estes autores reduziram o período noturno através do fornecimento artificial de luz e verificaram que os

tratamentos com fotoperíodo mais curtos inibiram o florescimento e promoveram o crescimento vegetativo. Por outro lado, o fornecimento de luz artificial visando reduzir o período noturno foi capaz de induzir a floração das plantas de pitaya proporcionando produção de frutos inclusive no período de inverno, que é considerado a entressafra da pitaya.

A emissão de gemas florais e vegetativas em plantas de pitaya ocorre a partir das aréolas dos cladódios (Figura 1.1 A e B). Cada aréola diferencia-se em apenas um botão floral ou ramo vegetativo e por apenas uma única vez, ou seja, uma vez que a aréola se diferencia, não é possível desenvolver mais nenhum órgão a partir desta mesma aréola. Após a intumescência da região da aréola para a emissão da gema floral os espinhos que protegem a aréola ficam aderidos ao botão floral, podendo-se ou não se desprender com o tempo (LIMA, 2013; MARQUES et al., 2011) (Figura 1.1 C e D).

Os genótipos da espécie *S. undatus* tiveram o período fenológico muito parecido entre si. Na safra 2019/2020 a BRS Luz do Cerrado e a BRS Lua do Cerrado tiveram a emissão de gemas com início em meados do mês de outubro, ocorrendo a antese das primeiras flores na primeira quinzena de novembro e início da colheita dos frutos maduros ao final de novembro de 2019. As últimas gemas florais foram emitidas na segunda quinzena de fevereiro, com antese em meados de março e colheita dos últimos frutos maduros ao final do mês de abril de 2020 (Figuras 1.2 e 1.4).

Foram observadas três grandes ondas de florescimento para os dois genótipos da espécie *S. undatus* na safra 2019/2020 espaçadas em aproximadamente um mês umas das outras. Essas ondas de florescimento resultaram em três períodos de colheita de grande quantidade de frutos na segunda quinzena dos meses de dezembro de 2019, janeiro e fevereiro de 2020, tendo esta última onda se estendido até final do mês de março de 2020 para os dois genótipos (Figuras 1.2 e 1.5).



Figura 1.1 - Gema floral (A) e gema vegetativa (B) emergindo na aréola e espinhos das aréolas desprendidos (C) e aderidos (D) ao botão floral. Planaltina – DF. 2021.

Na safra 2020/2021, os dois genótipos da espécie *S. undatus* tiveram um ciclo produtivo um pouco diferente uma da outra. A BRS Luz do Cerrado iniciou mais precocemente a produção de frutos e apresentou um período mais longo de produção durante a safra. Para este genótipos a emissão de gemas florais iniciou-se em meados de outubro, com antese das primeiras flores no começo de novembro e início da colheita dos frutos maduros ao final do mês de novembro. As últimas gemas florais foram emitidas na segunda quinzena de fevereiro, com antese das flores em meados de março e colheita dos últimos frutos maduros ao final de abril de 2021 (Figura 1.3).

Três grandes ondas de florescimento foram observadas na BRS Luz do Cerrado na safra 2020/2021. Estas ondas de floração foram responsáveis pela colheita de grande quantidade de frutos na primeira quinzena dos meses de dezembro de 2020, janeiro e fevereiro de 2021, sendo que a última onda se estendeu até meados de março de 2021 (Figura 1.3).

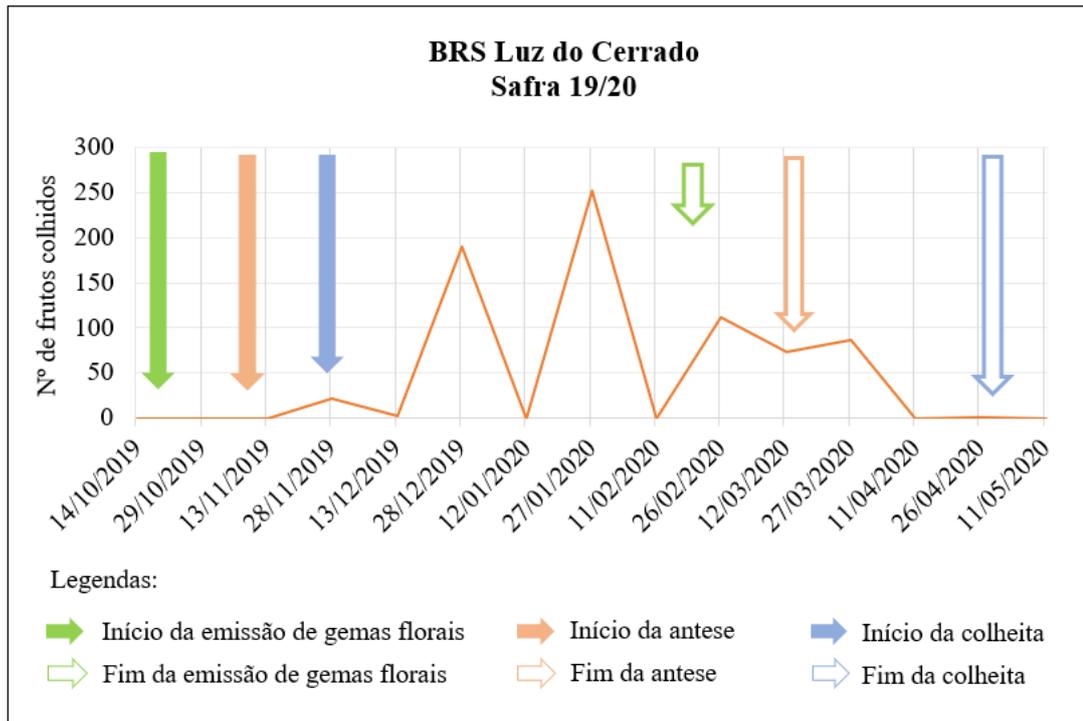


Figura 1.2 - Fenologia e produção de frutos do genótipo BRS Luz do Cerrado (*S. undatus*) na safra 2019/2020. Planaltina - DF. 2021.

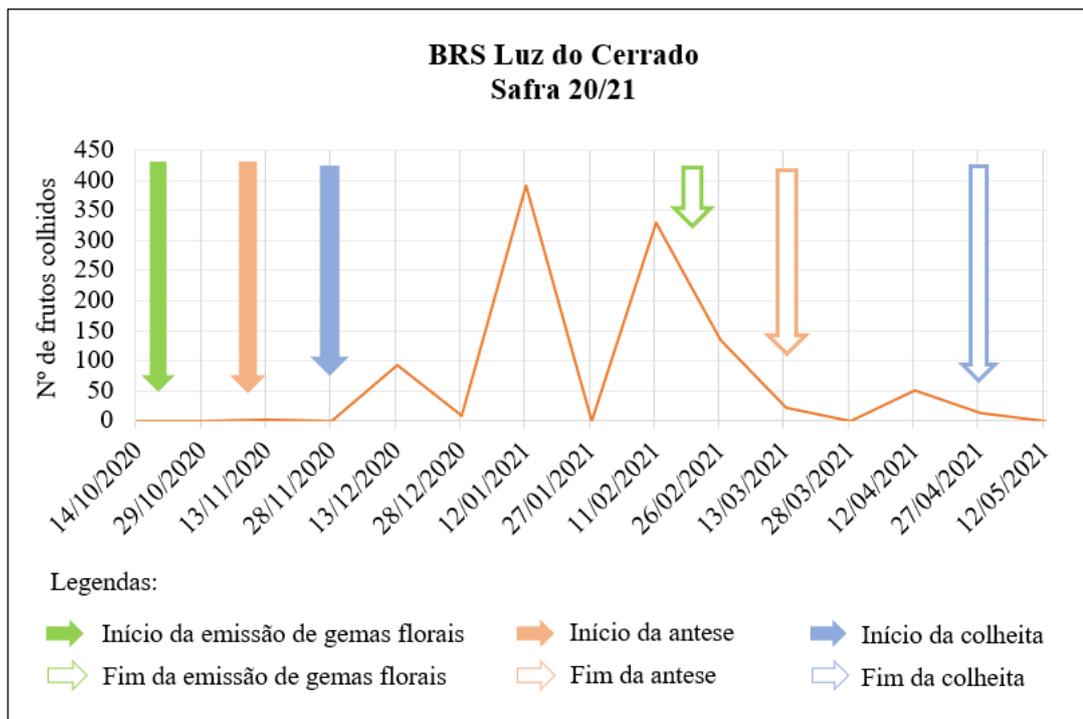


Figura 1.3 - Fenologia e produção de frutos do genótipo BRS Luz do Cerrado (*S. undatus*) na safra 2020/2021. Planaltina – DF. 2021.

Para a BRS Lua do Cerrado, a emissão de gemas florais na safra 2020/2021 iniciou-se no começo do mês de novembro, tendo as primeiras flores em antese ao final de novembro e colheita dos primeiros frutos maduros em meados de dezembro de 2020 (Figura 1.5). A finalização do ciclo produtivo nesta safra iniciou no começo de fevereiro com a emissão das últimas gemas florais, as quais passaram por antese no início do mês de março e com a colheita dos últimos frutos maduros na segunda quinzena de abril de 2021. Foi observada apenas uma grande onda de floração nesta safra, resultando em uma colheita significativa de frutos no período que se estendeu da segunda quinzena de fevereiro até meados de março de 2021 (Figura 1.5).

Os dados obtidos no presente experimento corroboram com os relatados por outros autores em cultivo de *S. undatus* em diversas regiões no Brasil (COSTA et al., 2014; LIMA, 2013; MARQUES et al., 2011; SILVA et al., 2015). Lima (2013) avaliando genótipos de *S. undatus* também no município de Planaltina - DF, registrou acontecimento de três a quatro surtos de florada durante a safra de produção de frutos, com período de florescimento no mês de novembro ao mês de abril. Marques et al. (2011) observaram florescimento entre novembro e março, além da ocorrência de três a cinco ondas de florescimento em genótipos de *S. undatus* cultivados no município de Lavras - MG.

O período entre a emissão de gemas até a antese das flores para os dois genótipos da espécie *S. undatus* variou entre 17 e 26 dias. Entre a antese e a colheita dos frutos maduros observou-se uma variação entre 28 e 46 dias. O tempo total para a produção de frutos nestes dois genótipos variou entre 48 e 69 dias. Estes dados mostraram-se inferiores aos observados por Lima (2013), onde relatou um período de 25 a 35 dias desde o início da emissão das gemas até a antese das flores e um período de 35 a 45 dias desde a antese até a colheita dos frutos maduros. Por outro lado, os dados obtidos no presente experimento estão em concordância com as observações realizadas por outros autores, os quais registraram período entre a emissão de gemas e antese

variando de 18 à 21 dias, enquanto para o período da antese até a colheita dos frutos maduros relataram uma variação entre 28 e 43 dias (COSTA et al., 2014; MARQUES et al., 2011; MARTÍNEZ-RUIZ et al., 2017; MUNIZ, 2017; YAH et al., 2008).

Observou-se um aumento no período entre a antese e a colheita dos frutos nas flores de *S. undatus* produzidas a partir dos meses de dezembro, corroborando com os resultados observados por Osuna-Enciso et al. (2016), em estudo sobre a fenologia de *S. undatus* no México. Estes autores verificaram que os frutos produzidos no verão levaram apenas quatro semanas para completar a maturação a partir da data da antese, enquanto os frutos produzidos no outono demoraram cerca de duas semanas a mais. Neste sentido, os autores concluíram que a temperatura ambiente é um fator importante no desenvolvimento e maturação dos frutos de pitaya, podendo explicar as diferenças observadas no tempo decorrido entre a emissão das gemas florais e a colheita dos frutos maduros de *S. undatus* em diferentes locais de cultivo.

O início do ciclo de produção de frutos da CPAC Roxa foi semelhante nas duas safras avaliadas (Figuras 1.6 e 1.7). O início da emissão de gemas florais ocorreu no início do mês de outubro, com antese das primeiras flores ao final do mês de outubro e colheita dos primeiros frutos ao final do mês de novembro. Na safra 2019/2020 as últimas gemas foram emitidas em meados de abril, a antese das últimas flores ocorreu em meados do mês de maio e os últimos frutos maduros foram colhidos em 2 de julho de 2020, marcando o fim do ciclo produtivo da CPAC Roxa na primeira safra de produção (Figura 1.6). Na safra 2020/2021 a ciclo de produção da CPAC Roxa encerrou-se cerca de dois meses antes que a safra anterior. Nesta segunda safra de avaliação, a emissão das últimas gemas florais ocorreu na segunda quinzena do mês de fevereiro com antese das flores em meados de março e colheita dos últimos frutos maduros no começo do mês de maio de 2021 (Figura 1.7).

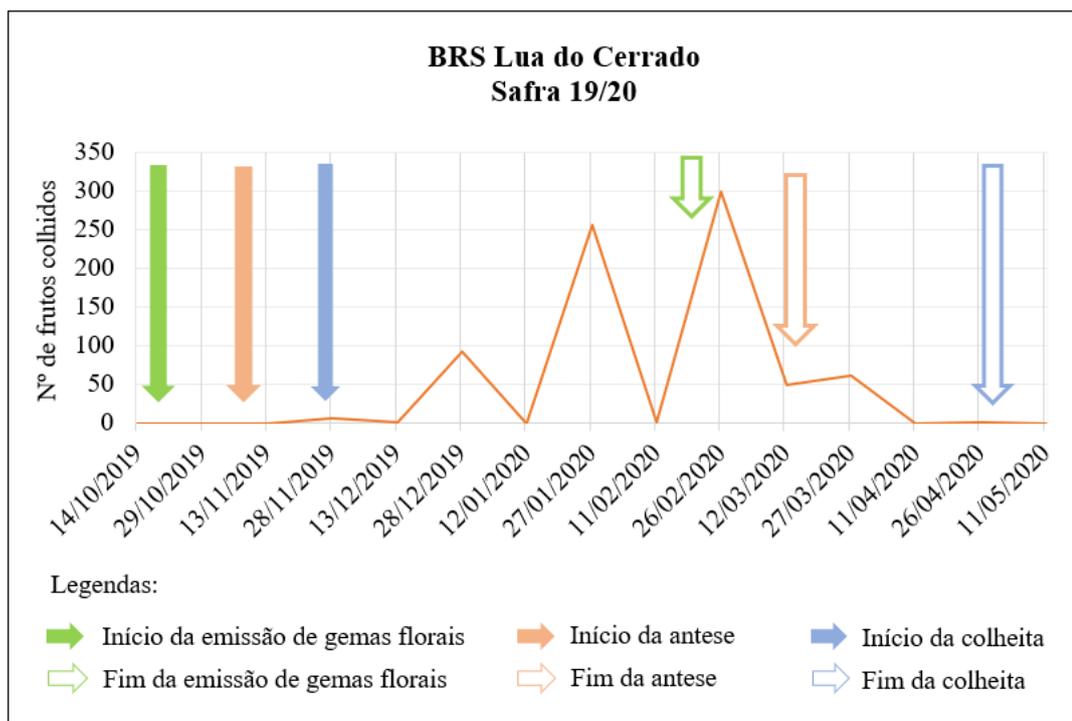


Figura 1.4 - Fenologia e produção de frutos do genótipo BRS Lua do Cerrado (*S. undatus*) na safra 2019/2020. Planaltina - DF. 2021.

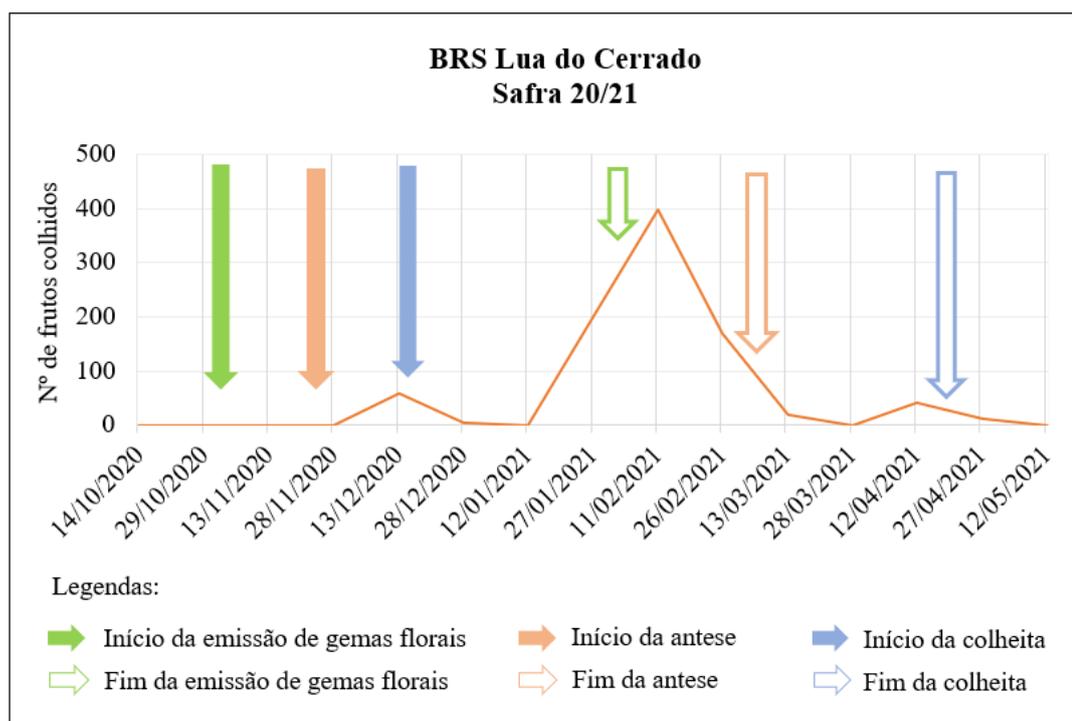


Figura 1.5 - Fenologia e produção de frutos do genótipo BRS Lua do Cerrado (*S. undatus*) na safra 2020/2021. Planaltina - DF. 2021.

Foram observadas quatro ondas de floração na safra 19/20, as quais resultaram em colheitas significativas de frutos. A primeira grande colheita iniciou em meados do mês de dezembro de 2019 prolongando-se até o final do mesmo mês. A segunda onda ocorreu ao final do mês de janeiro de 2020. O terceiro pico de florada da CPAC Roxa na safra 19/20 foi o mais longo, resultando em uma grande colheita que se estendeu do final do mês de janeiro até meados do mês de abril de 2020. O quarto pico de colheita, o qual ocorreu na primeira quinzena do mês de maio de 2020, foi curto e menos expressivo quando comparado aos outros períodos de colheita (Figura 1.6).

Na safra 2020/2021, foram observados três grandes picos de florada. Estas ondas de florescimento resultaram na colheita de quantidade significativa de frutos maduros ao final do mês de abril de 2021, final do mês de janeiro estendendo-se até o final do mês de março e uma última grande colheita ao final do mês de abril de 2021 (Figura 1.7). Weiss; Nerd; Mizrahi (1994) estudando a fenologia de *S. costaricensis* em Israel também verificaram que o florescimento das plantas se concentra no verão e outono com cerca de três ondas de floração dentro desse período.

Observou-se que a CPAC Roxa possui desenvolvimento semelhante aos genótipos da espécie *S. undatus* no que diz respeito ao período entre o início do desenvolvimento das gemas florais até a antese floral. Por outro lado, foi registrado a necessidade de um período mais longo para a maturação do fruto após a antese para o genótipo da espécie *S. costaricensis* quando comparado à BRS Luz do Cerrado e BRS Lua do Cerrado. Além disso, o genótipo de polpa vermelha demonstrou um ciclo produtivo mais longo nas duas safras avaliadas, em comparação aos dois genótipos da polpa branca. A CPAC Roxa apresentou início do desenvolvimento dos botões florais entre 10 a 30 dias antes e finalizou a produção entre 15 a 60 dias após os genótipos da espécie *S. undatus*, principalmente quando comparada à BRS Luz do Cerrado.

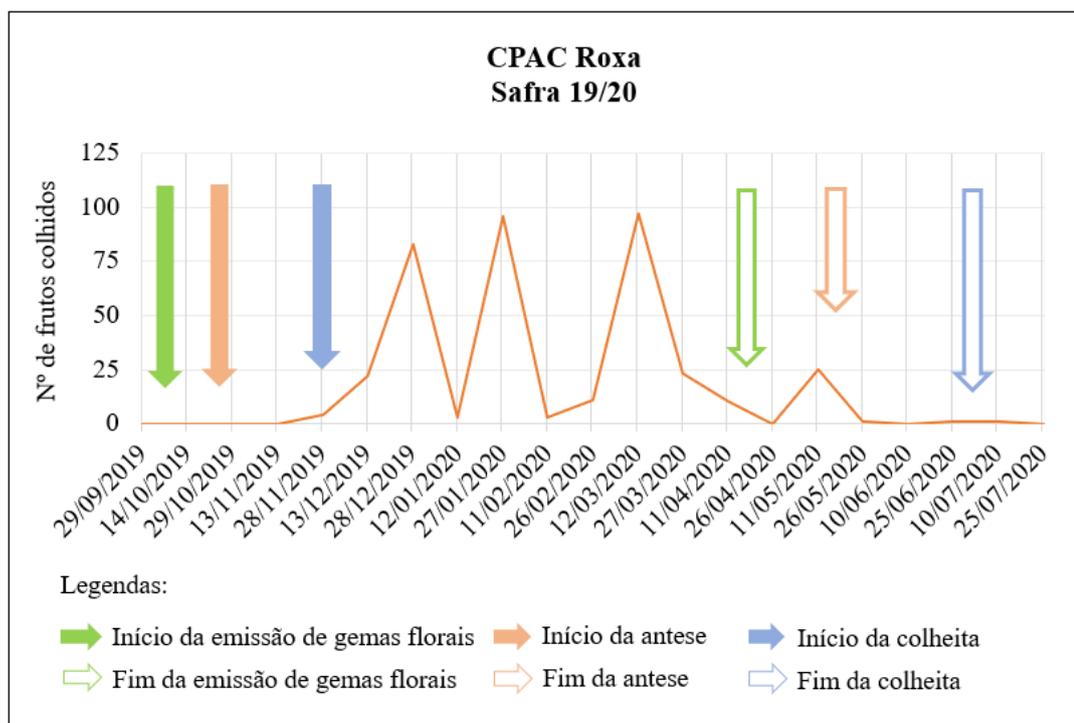


Figura 1.6 - Fenologia e produção de frutos do genótipo CPAC Roxa (*S. costaricensis*) na safra 2019/2020. Planaltina – DF. 2021.

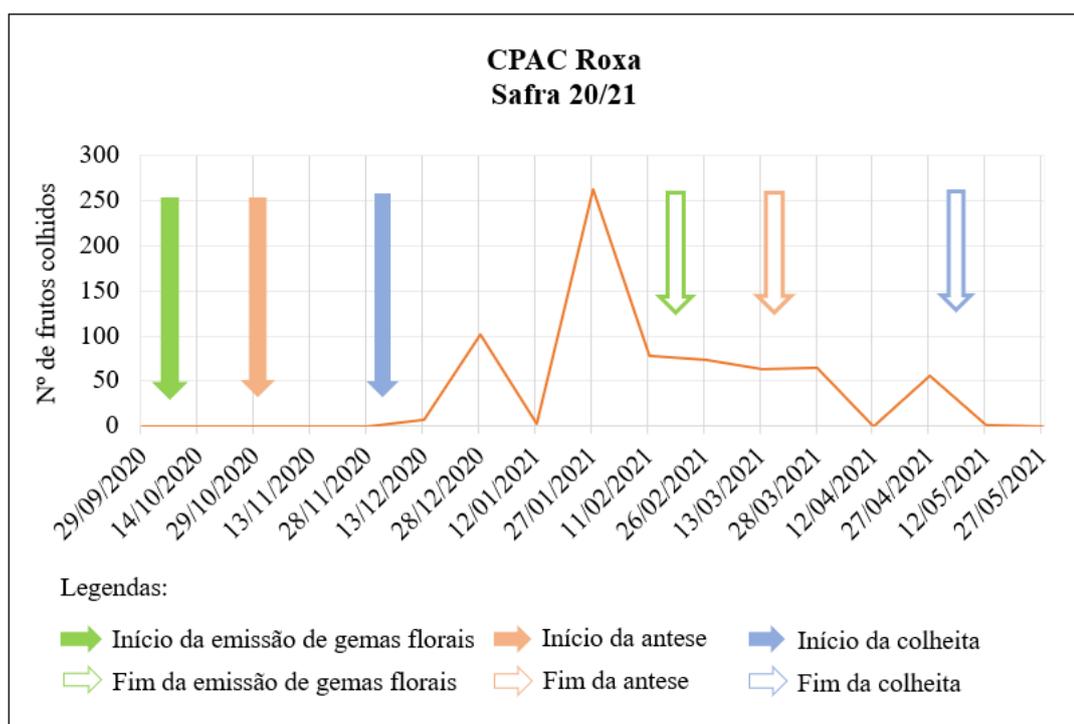


Figura 1.7 - Fenologia e produção de frutos do genótipo CPAC Roxa (*S. costaricensis*) na safra 2020/2021. Planaltina – DF. 2021.

Ha et al. (2008), estudando a fenologia de pitayas de polpa vermelha em Taiwan, também observou um ciclo de produção maior para os genótipos da espécie *S. costaricensis* quando comparados aos genótipos da espécie *S. undatus*. Esta característica é muito importante para a produção comercial de frutas, pois permite ao produtor rural um escalonamento maior da produção e, conseqüentemente, comercialização dos frutos, proporcionando a obtenção de renda durante um período maior.

Para a BRS Granada do Cerrado, o início do ciclo produtivo foi semelhante entre as duas safras avaliadas. A emissão de gemas florais iniciou-se próximo ao dia 20 de setembro, a antese das primeiras flores em torno do dia 15 de outubro e a colheita dos primeiros frutos no dia 28 de novembro (Figuras 1.8 e 1.9).

O fim dos processos do ciclo reprodutivo da BRS Granada do Cerrado na safra 2019/2020 foi em torno de 15 dias mais longo quando comparado à safra 2020/2021. O fim da emissão das gemas aconteceu em 28 de abril de 2020, a antese das últimas flores em 18 de maio de 2020 e a colheita dos últimos frutos maduros em 2 de julho de 2020, na safra 2019/2020 (Figura 1.8). Na safra 2020/2021, as últimas gemas florais iniciaram o seu desenvolvimento em 14 de abril de 2021, com antese das flores em 06 de maio de 2021 e colheita dos últimos frutos maduros em 18 de junho de 2021 (Figura 1.9).

Na safra 2019/2020, a BRS Granada do Cerrado apresentou quatro grandes ondas de florescimento. Estes surtos de florada resultaram em colheitas de quantidades expressivas de frutos ao final dos meses de novembro e dezembro de 2019, janeiro e fevereiro de 2020, sendo que nesta última o período de colheita se estendeu por mais dois meses obtendo-se colheitas significativas até final do mês de abril de 2020 (Figura 1.8).

Foram observadas três ondas de florescimento para a BRS Granada do Cerrado na safra 2020/2021. O primeiro grande surto de florada deu-se ao final do mês de dezembro de 2020, o segundo pico de flores ocorreu ao final de mês de janeiro e estendeu-se até meados do mês de

março de 2021 e a última grande onda de abertura floral foi observada entre meados até o final do mês de abril de 2021 (Figura 1.9).

O período entre a emissão de gemas florais e antese das flores para a BRS Granada do Cerrado variou entre 15 e 27 dias. A colheita dos frutos maduros, para este genótipo, ocorreu em torno de 24 a 47 dias, sendo o ciclo total para a produção dos frutos entre 45 e 66 dias.

Não foram encontrados, na bibliografia, estudos de fenologia em híbridos interespecíficos entre *S. undatus* e *S. costaricensis*. Porém, Ha et al. (2018) estudou genótipos obtidos do cruzamento entre *S. undatus* e *H. polyrhizus* os quais também resultaram em frutos de polpa vermelha. Estes autores observaram que os genótipos oriundos de cruzamento possuíam um ciclo de produção de frutos mais extenso que as *S. undatus*, resultados que corroboram com os obtidos no presente experimento. Além disso, também observaram uma redução de até seis dias no ciclo de produção dos frutos dos genótipos interespecíficos quando comparados aos genótipos *S. undatus* e *H. polyrhizus*.

Os resultados observados no presente experimento para a BRS Granada do Cerrado demonstraram que este genótipo tem um ciclo entre a emissão de gemas florais e antese semelhante ao genótipo das espécies *S. undatus* e *S. costaricensis*. Evidencia-se também a similaridade do período reduzido entre a antese e maturação dos frutos, período similar ao observado para a BRS Luz do Cerrado. Além disso, a BRS Granada do Cerrado apresentou um ciclo de produção mais longo, similar ao observado para a CPAC Roxa. Essas observações evidenciam a importância do melhoramento genético em espécies de plantas cultivadas com o objetivo de proporcionar ao produtor rural genótipos mais produtivos e com janela de colheita ampla, proporcionando um ótimo escalonamento da produção e comercialização.

Na safra 2019/2020, a BRS Minipitaya do Cerrado foi o primeiro genótipo a iniciar o ciclo de produção de frutos. Com início da emissão das gemas florais em 03 de setembro de 2019, a antese das primeiras flores foi observada em 27 de setembro de 2019 e a colheita dos primeiros

frutos maduros ocorreu em 21 de novembro de 2019 (Figura 1.10). Foi observada três principais ondas de florescimento na safra 2019/2020. Estas ondas foram espaçadas entre em si em aproximadamente 30 dias, resultando em colheitas significativas ao final dos meses de dezembro de 2019, janeiro e fevereiro de 2020 (Figura 1.10). A emissão das últimas gemas florais deu-se em 09 de março de 2020, com antese em 08 de abril de 2020 e colheita dos últimos frutos maduros em 18 de junho de 2020 (Figura 1.10). Observou-se uma antecipação no ciclo de produção de frutos na safra 2020/2021 em cerca de 23 dias em relação à safra 2019/2020 (Figura 1.11). A emissão das gemas florais teve início em 11 de agosto de 2020, a antese iniciou-se em 07 de setembro de 2020 e os primeiros frutos maduros foram colhidos em 29 de outubro de 2020 (Figura 1.11). Foram observadas duas grandes ondas de florescimento, resultando em colheita com quantidade significativa de frutos. A primeira onde se estendeu de 29 de outubro à 28 de novembro de 2020, enquanto a segunda onde ocorreu entre 28 de dezembro de 2020 à 12 de janeiro de 2021 (Figura 1.11). As últimas gemas florais da safra 2020/2021 iniciaram a emissão em 04 de janeiro de 2021, com antese floral em 02 de fevereiro de 2021 e colheita dos últimos frutos maduros em 12 de abril de 2021 (Figura 1.11).

Nas duas safras avaliadas, o número de dias entre a emissão das gemas florais e a antese, para a BRS Minipitaya do Cerrado, foi entre 24 e 30 dias. O período entre a abertura das flores e a colheita dos frutos maduros variou entre 50 e 71 dias. O tempo total para a maturação completa e consequente colheita dos frutos da BRS Minipitaya do Cerrado foi entre 79 a 101 dias após o aparecimento das gemas florais. Em ambas as safras, observou-se um período mais longo, entre o início da emissão da gema floral e a colheita do fruto maduro, nas gemas emitidas a partir do mês de janeiro, quando comparadas àquelas emitidas nos meses anteriores.

Resultados semelhantes foram observados por Lima (2013) ao avaliar genótipos de *S. setaceus* também no município de Planaltina - DF durante três safras consecutivas. A autora observou que o início da emissão de gemas florais ocorreu ao final do mês de agosto, tendo os

primeiros frutos maduros em novembro e pico de produção no mês de dezembro. Esta autora, relatou, também, que o período entre o início da emissão de gemas florais até a antes das flores foi entre 28 a 36 dias, enquanto o ciclo total desde a emissão das gemas até a colheita do fruto maduro variou de 91 a 98 dias.

Por outro lado, Rodrigues (2010), estudando genótipos de *S. setaceus* no município de Itumirim - MG, observou início da antese floral no mês de agosto, com ápice da antese em setembro, colheita dos primeiros frutos maduros em outubro e pico de produção no mês de novembro. Essa antecipação do período floral em genótipos de *S. setaceus* no município de Itumirim - MG quando comparada aos resultados obtidos no município de Planaltina - DF pode ser explicada pelas diferenças de temperatura, umidade relativa do ar, insolação, comprimento do dia e altitude inerentes à diferença geográfica existente entre as duas localidades (JIANG et al., 2012; LIMA, 2013).

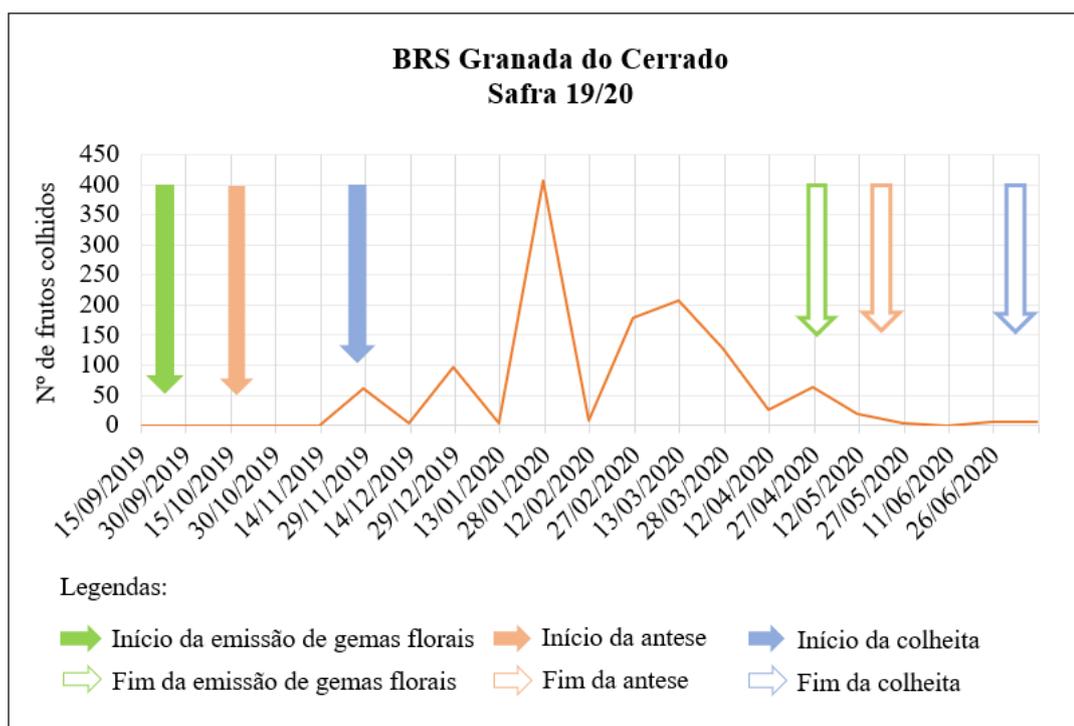


Figura 1.8 - Fenologia e produção de frutos da genótipo BRS Granada do Cerrado (*S. undatus* x *S. costaricensis*) na safra 2019/2020. Planaltina – DF. 2021.

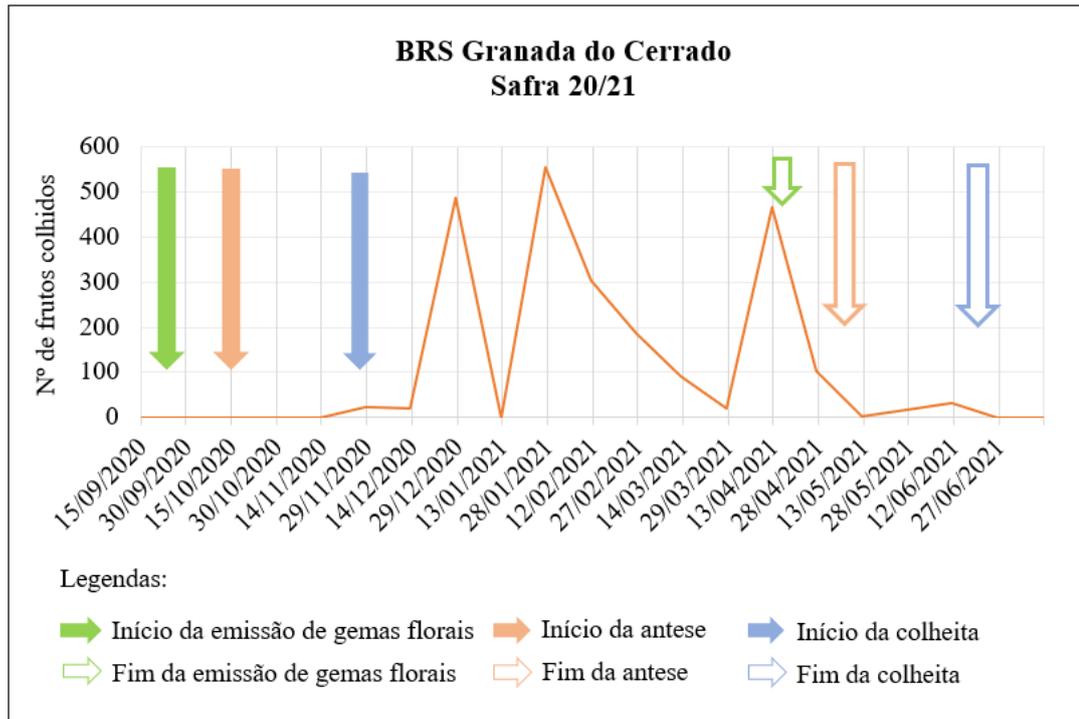


Figura 1.9 - Fenologia e produção de frutos da genótipo BRS Granada do Cerrado (*S. undatus* x *S. costaricensis*) na safra 2020/2021. Planaltina – DF. 2021.

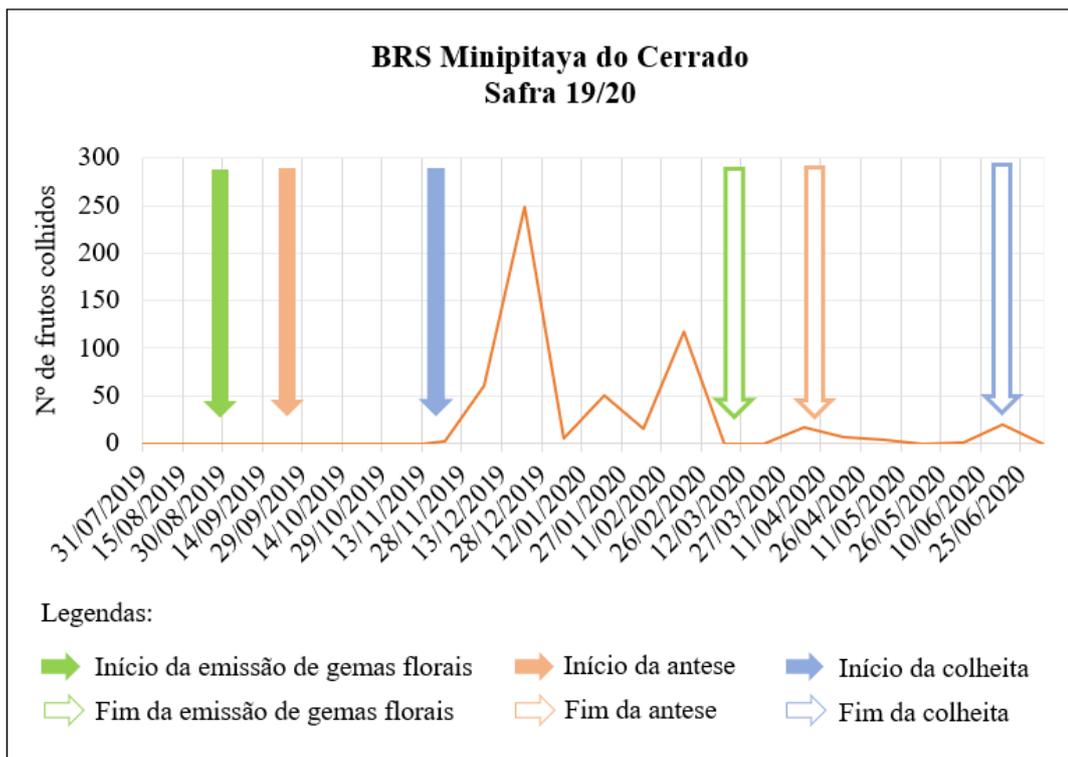


Figura 1.10 - Fenologia e produção de frutos do genótipo BRS Minipitaya do Cerrado (*S. setaceus*) na safra 2019/2020. Planaltina – DF. 2021.

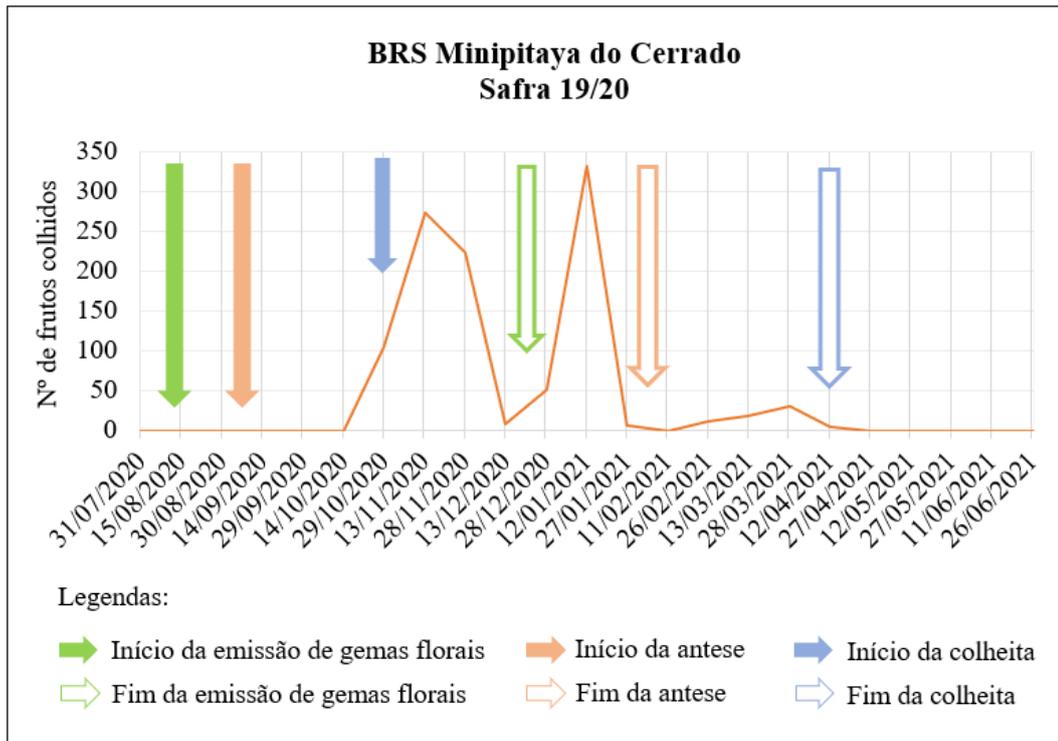


Figura 1.11 - Fenologia e produção de frutos do genótipo BRS Minipitaya do Cerrado (*S. setaceus*) na safra 2020/2021. Planaltina – DF. 2021.

A BRS Âmbor do Cerrado apresentou o maior ciclo entre a emissão de gemas e a colheita dos frutos maduros, sendo a mais tardia entre os seis genótipos estudados. O início da emissão de gemas para o genótipo da espécie *S. megalanthus* foi em meados do mês de agosto de 2019 com a antese das primeiras flores no começo do mês de outubro do mesmo ano. Essas datas foram similares aos outros genótipos estudados. Por outro lado, a BRS Âmbor do Cerrado teve a colheita dos primeiros frutos maduros somente no início de janeiro de 2020, demonstrando que um maior período necessário para a colheita dos frutos maduros após a antese das flores (Figura 1.12).

Foi registrado um período entre 40 e 48 dias entre a emissão das gemas florais e a antese das flores e um período entre 90 e 131 entre a antese e a colheita dos frutos maduros. Com isso, a BRS Âmbor do Cerrado apresentou o maior ciclo de maturação dos frutos, dispendendo entre 133 e 175 dias entre a emissão das gemas florais até a colheita dos frutos. Rabelo et al. (2020), estudando o comportamento de *S. megalanthus* no município de Couto Magalhães no estado de

Minas Gerais, observou um ciclo entre 46 a 54 dias do botão até a antese floral e 96 a 110 dias da antese à a colheita, totalizado um período total de 155 a 180 dias, valores semelhantes aos observados no presente experimento.

Não foi observado um período de entressafras bem definido para a BRS Âmbar do Cerrado no presente experimento. A partir do momento em que este genótipo começou a produzir frutos o maior período sem colheita foi de dois meses, entre 28 de agosto e 19 de outubro de 2020. Neste sentido, acredita-se que a BRS Âmbar do Cerrado na região do Planalto Central brasileiro produz frutos durante praticamente todos os meses do ano, não apresentando safras com início e fim de produção bem definidos. Esta é uma característica muito importante para o produtor na escolha das variedades para a implantação do pomar comercial de pitaya. Uma vez que todos os outros genótipos desenvolvidos pela Embrapa Cerrados possuem um período de entressafra sem a produção de frutos, incluir a BRS Âmbar do Cerrado no pomar pode garantir a comercialização de frutos de pitaya durante todos os meses do ano.

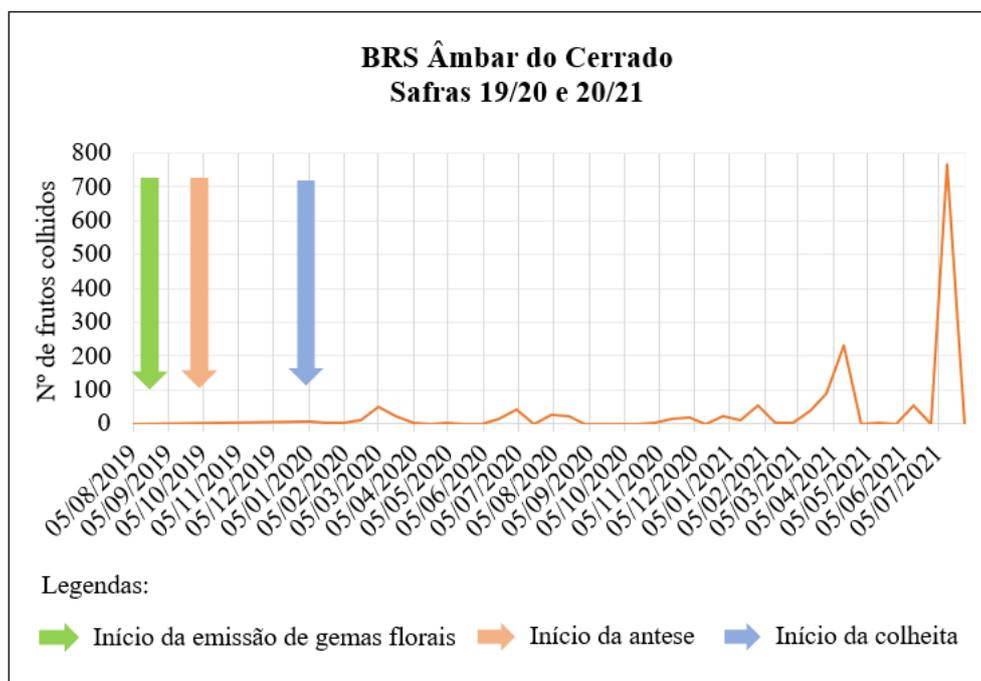


Figura 1.12 - Fenologia e produção de frutos do genótipo BRS Âmbar do Cerrado (*S. megalanthus*) nas safras 2019/2020 e 2020/2021. Planaltina – DF, 2021.

As primeiras seis ondas de florescimento da BRS Âmba do Cerrado foram pequenas, resultando em colheitas pouco expressivas, com menos de três frutos planta em cada época. Essas ondas pequenas resultaram em pequenas colheitas desde janeiro de 2020 até março de 2021. Ao final do mês de março e começo do mês de abril de 2021 ocorreu a primeira colheita significativa de frutos de *S. megalanthus*. A segunda grande onda de colheita foi observada em meados do mês de julho de 2021 (Figura 1.12). Estes resultados indicam que a BRS Âmba do Cerrado leva cerca de um ano a mais que os outros cinco genótipos para a colheita de quantidades expressivas de frutos maduros. Jiang et al. (2011) também observaram duas grandes ondas de florescimento de *S. megalanthus* em Taiwan.

Observou-se um alongamento no período da maturação dos frutos quando esta ocorreu no outono e inverno. Esta observação evidencia a grande influência das variações de temperaturas e comprimento do dia na maturação dos frutos de pitaya da espécie *S. megalanthus*. Estes resultados corroboram com os observados por Rabelo et al. (2020) que evidenciam o desenvolvimento mais acelerado de flores e frutos de *S. megalanthus* durante os meses de verão. Nerd; Mizrahi (1998), em estudo em Israel, também observaram esta correlação negativa entre a temperatura e o tempo para desenvolvimento dos frutos de *S. megalanthus*, onde quanto menor a temperatura, maior o tempo para a maturação completa do fruto.

1.3.2 Antese Floral

As plantas de pitaya também tem um grande valor ornamental devido à beleza das suas grandes flores. As flores do gênero *Hylocereus* e *Selenicereus* medem de 15 a 30 cm, são hermafroditas, de coloração branco ou amarelo-claro e com um leve perfume (INNES; GLASS, 1992). A abertura das flores para a liberação de pólen pelas anteras e conseqüente fecundação

ocorre no período da noite. A partir das 12h, há o inchaço do bulbo do botão floral e início da deiscência das anteras. No início da noite, perto das 19h, ocorre a abertura floral com separação do perianto e das brácteas, momento em que ocorre a completa liberação de pólen. A abertura total das flores ocorre próximo da meia noite e o fechamento delas nas primeiras horas da manhã do dia seguinte (LIMA, 2013).

No presente experimento, o período de abertura e fechamento das flores da BRS Luz do Cerrado, BRS Lua do Cerrado, BRS Granada do Cerrado e CPAC Roxa foram semelhantes. A abertura teve início às 19h, sendo possível a manipulação de pólen e realização de cruzamentos as 20h, onde já há suficiente desprendimento das pétalas para a exposição das estruturas reprodutivas. A abertura total das flores foi observada entre 21h e 22h. O fechamento das flores ocorre nas primeiras horas da manhã seguinte fechando por completo até as 10h, podendo prolongar-se aberta até às 11h em dias nublados e de temperaturas amenas (Figura 1.13).



Figura 1.13 - Botão floral intumescido (A), abertura da flor as 21h (B) e 8h (C) do genótipo BRS Granada do Cerrado (*S. undatus* x *S. costaricensis*). Planaltina - DF. 2021.

Foi observado que para a BRS Âmbor do Cerrado e a BRS Minipitaya do Cerrado, a abertura floral ocorre antes que os demais genótipo. Para estes genótipos, as flores começam a abertura em torno das 17h30, sendo possível a manipulação de pólen e polinizações as 18h30 onde já ocorre uma abertura suficiente para tais atividades (Figura 1.14). Estas observações corroboram com os registros realizados por Weiss et al. (1994) em Israel, onde observaram que a abertura das flores de genótipos de *S. megalanthus* iniciava-se cerca de 1,5 horas antes do pôr do sol.

A abertura total das flores da espécie *S. setaceus* e da *S. megalanthus* ocorre entre as 21h e 22h com total desprendimento das sépalas e pétalas e completa exposição dos estigmas e estames. O fechamento das flores acontece nas primeiras horas da manhã do dia seguinte, entre 6h e 7h, podendo ser estendida até as 9h em dias de tempo nublado e temperaturas amenas.

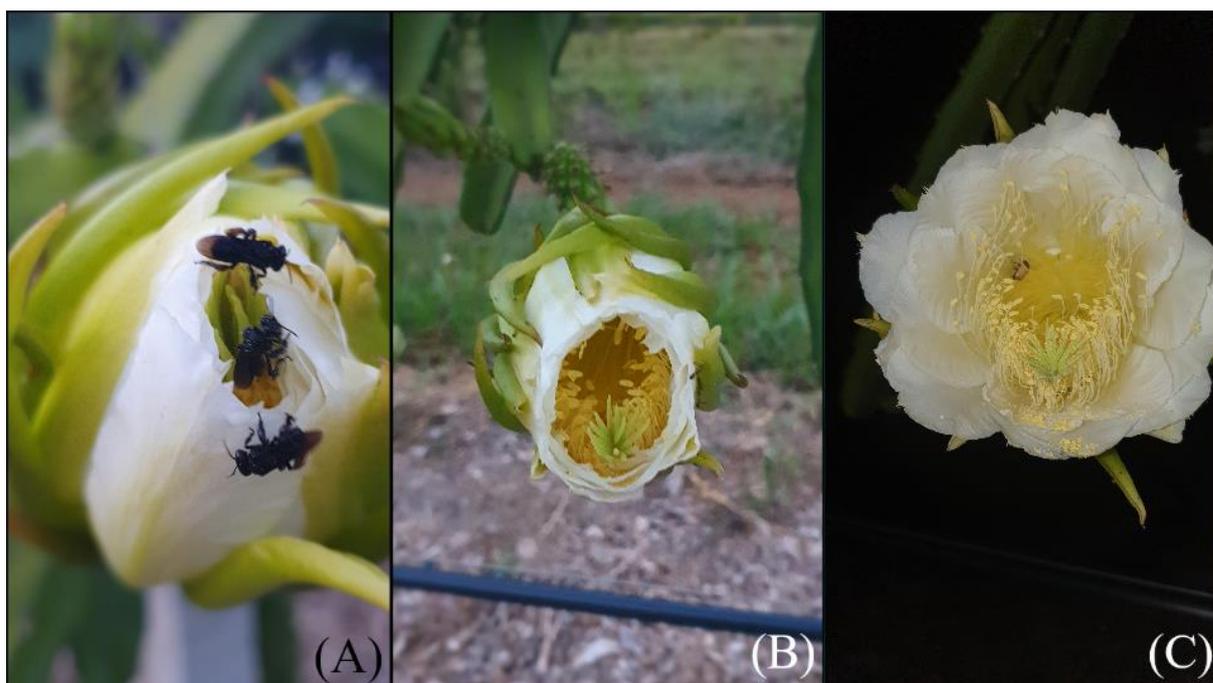


Figura 1.14 - Abertura da flor do genótipo BRS Minipitaya do Cerrado (*S. setaceus*) às 17:30h (A), às 18:30h (B) e às 19 horas. Planaltina - DF. 2021.

1.3.3 Características Fenotípicas das Gemas e Botões Florais, Flores e Frutos

Os seis genótipos estudados no presente trabalho possuem diferenças visuais significativas entre as estruturas reprodutivas. A BRS Luz do Cerrado e BRS Lua do Cerrado possuem estruturas reprodutivas semelhantes entre si. As gemas reprodutivas destes dois genótipos são verdes, lisas e de aspecto brilhante (Figura 1.15 A, B e Figura 1.16 A, B). O botão floral se mantém na coloração verde e com aspecto encerado até a abertura das flores. Neste momento as brácteas são vistosas e muito longas (Figura 1.15 C, D e Figura 1.16 C, D).

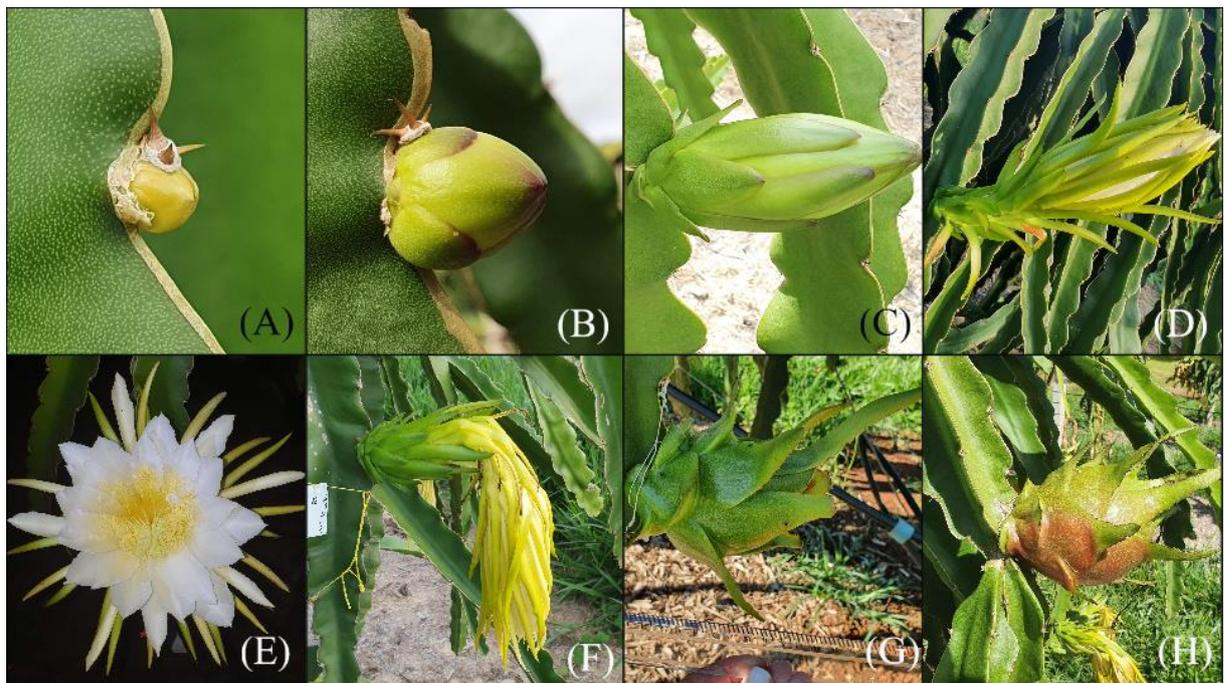


Figura 1.15 – Início da emissão de gema reprodutiva (A), evolução da gema reprodutiva (B), botão floral em desenvolvimento (C), botão floral em pré-antese (D), flor em antese (E), estrutura floral em pós-antese (F), fruto verde em desenvolvimento (G) e mudança de cor do fruto (H) do genótipo de pitaya BRS Luz do Cerrado (*S. undatus*). Planaltina – DF. 2021.

Após a antese, ocorre a decomposição e desprendimento das estruturas florais, seguido, conseqüentemente do início da formação dos frutos (Figura 1.15 E, F e Figura 1.16 E, F). Durante o processo de formação do fruto, as brácteas da parte basal do fruto, antes longas e vistosas, começam a parecer menores devido ao crescimento do fruto em diâmetro e

comprimento (Figura 1.15 G e Figura 1.16 G). As brácteas e casca do fruto imaturo permanecem verde e de aspecto encerado até o início da mudança de cor da casca.

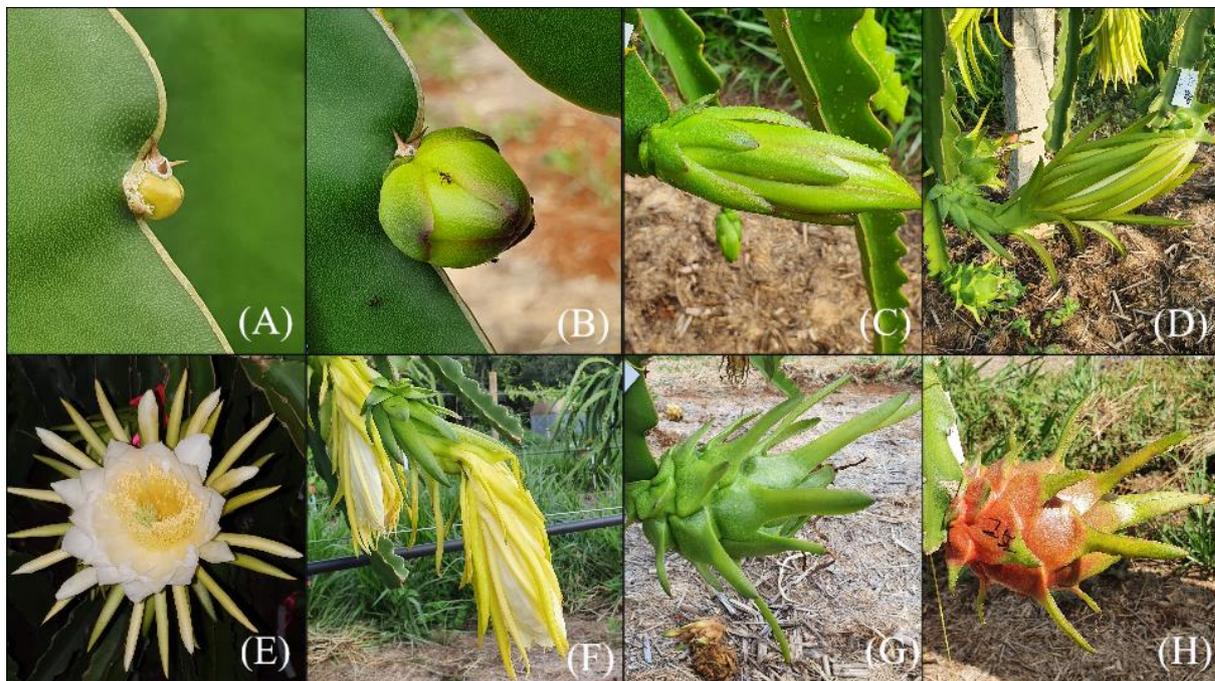


Figura 1.16 - Início da emissão de gema reprodutiva (A), evolução da gema reprodutiva (B), botão floral em desenvolvimento (C), botão floral em pré-antese (D), flor em antese (E), estrutura floral em pós-antese (F), fruto verde em desenvolvimento (G) e mudança de cor do fruto (H) do genótipo de pitaya BRS Lua do Cerrado (*S. undatus*). Planaltina – DF. 2021.

A coloração avermelhada da casca começa da parte basal para a apical do fruto (Figura 1.15 H e Figura 1.16 H). Após todo o fruto adquirir uma coloração rosada, ocorre a intensificação da coloração de toda a casca do fruto para um tom avermelhado, mantendo o aspecto encerado e as pontas das brácteas ainda verdes (Figura 1.17 A e B).

A CPAC Roxa tem gemas reprodutivas de coloração avermelhada no estágio inicial (Figura 1.18 A). Com o passar do desenvolvimento da gema reprodutiva, as escamas do botão floral vão adquirindo uma coloração verde, mas mantendo as bordas vermelhas (Figura 1.18 B, C e D). As flores possuem pétalas brancas, sépalas internas amarelas e sépalas externas mais esverdeadas (Figura 1.18 E).

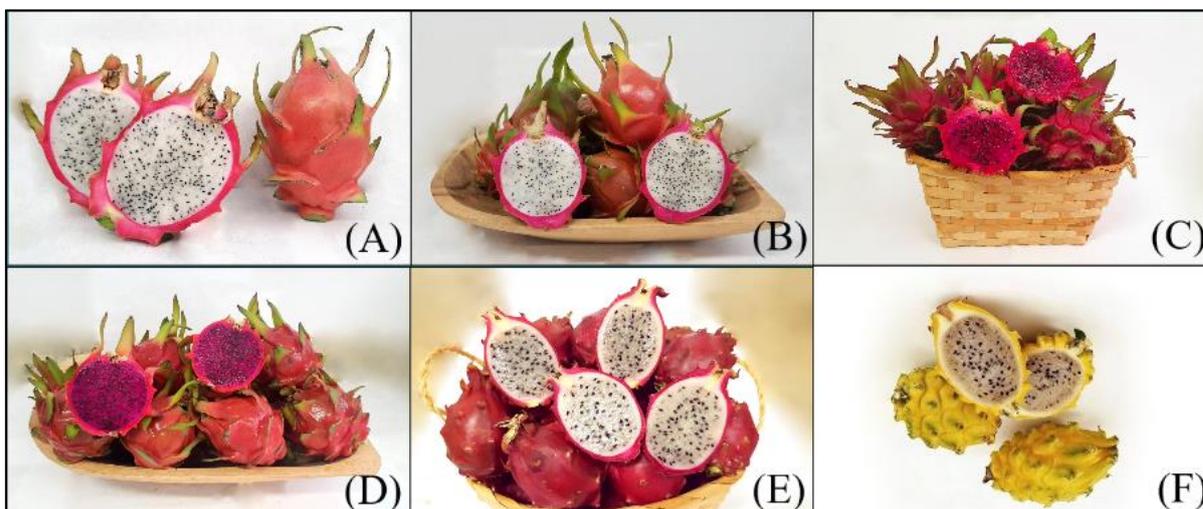


Figura 1.17 – Frutos maduros dos genótipos de pitaya BRS Luz do Cerrado (A), BRS Lua do Cerrado (B), CPAC Roxa (C), BRS Granada do Cerrado (D), BRS Minipitaya do Cerrado (E), BRS Âmbar do Cerrado (F). Planaltina – DF. 2021.

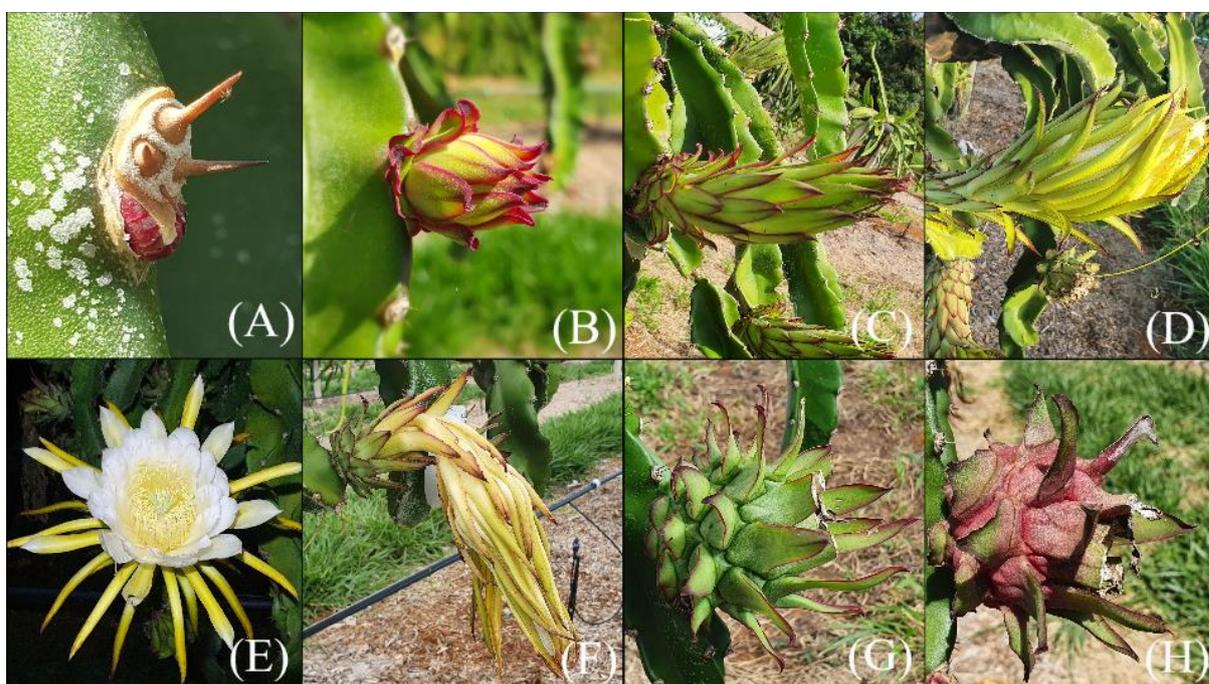


Figura 1.18 - Início da emissão de gema reprodutiva (A), evolução da gema reprodutiva (B), botão floral em desenvolvimento (C), botão floral em pré-antese (D), flor em antese (E), estrutura floral em pós-antese (F), fruto verde em desenvolvimento (G) e mudança de cor do fruto (H) do genótipo de pitaya CPAC Roxa (*S. costaricensis*). Planaltina – DF. 2021.

Após a antese, ocorre o fechamento da flor, decomposição e desprendimento das estruturas florais (Figura 1.18 F). Com o desenvolvimento do fruto as brácteas continuam bem visíveis e com as bordas avermelhadas (Figura 1.18 G). O início da maturação do fruto é marcado pelo

desenvolvimento da coloração avermelha da casca do fruto que começa pela base do fruto (Figura 1.18 H). Após a maturação completa, os frutos apresentam casca de coloração vermelho-arroxeadado e de aspecto opaco, com brácteas grossas e bem evidentes, as quais mantem-se verdes com as bordas avermelhadas (Figura 1.17 C).

A BRS Granada do Cerrado possui estruturas reprodutivas muito parecidas com a CPAC Roxa. As gemas reprodutivas também iniciam o seu desenvolvimento apresentando uma coloração avermelhada, porém, menos intensa que a CPAC Roxa (Figura 1.19 A). O botão floral apresenta escamas verdes de aspecto brilhante com as bordas avermelhadas (Figura 1.19 B, C e D).

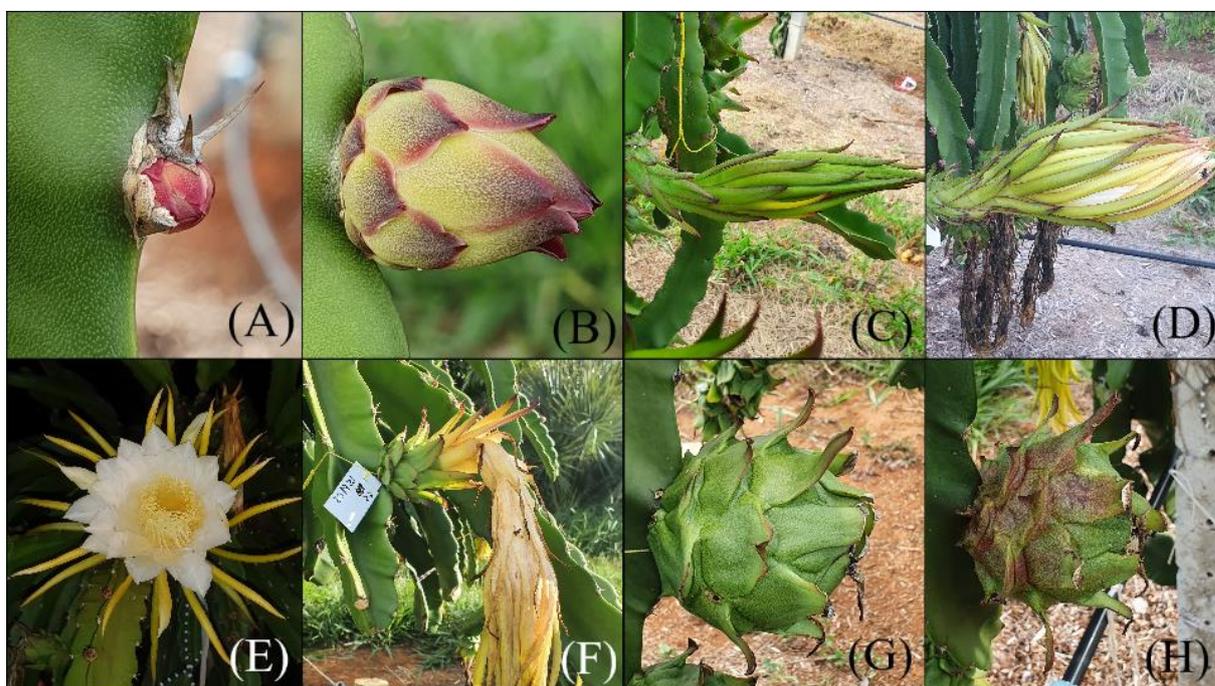


Figura 1.19 - Início da emissão de gema reprodutiva (A), evolução da gema reprodutiva (B), botão floral em desenvolvimento (C), botão floral em pré-antese (D), flor em antese (E), estrutura floral em pós-antese (F), fruto verde em desenvolvimento (G) e mudança de cor do fruto (H) do genótipo de pitaya BRS Granada do Cerrado (*S. undatus* x *S. costaricensis*). Planaltina – DF. 2021.

As flores possuem pétalas brancas com sépalas internas amarelas e externas verdes (Figura 1.19 E). Após a decomposição dos restos florais pós-antese, o fruto imaturo é verde de aspecto

brilhoso, semelhante aos genótipos do gênero (*S. undatus*). A coloração vermelha da casca dos frutos da BRS Granada do Cerrado também se inicia da base para o ápice (Figura 1.19 H) e após a maturação completa dos frutos apresentam casca de coloração vermelha intensa e de aspecto encerado (Figura 1.17 D).

As gemas florais da BRS Minipitaya do Cerrado iniciam a emergência apresentando escamas verdes com as pontas avermelhadas (Figura 1.20 A). Com o desenvolvimento da gema as pontas das escamas, que eram mais avermelhadas, passam a ser mais amarronzadas (Figura 1.20 B). Com o desenvolvimento do botão floral, ocorre o desenvolvimento, também, dos espinhos da parte basal do botão floral que é definida como o pericarpo (Figura 1.20 C). As flores possuem pétalas brancas e sépalos verdes (Figura 1.20 E).

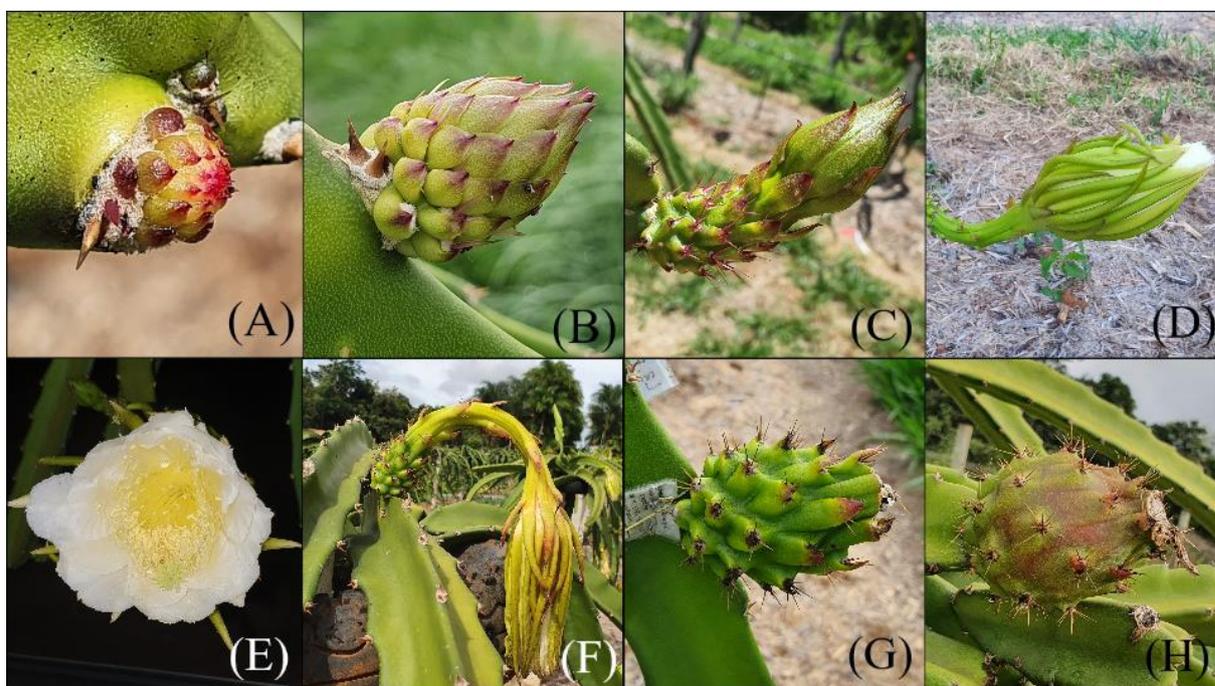


Figura 1.20 - Início da emissão de gema reprodutiva (A), evolução da gema reprodutiva (B), botão floral em desenvolvimento (C), botão floral em pré-antese (D), flor em antese (E), estrutura floral em pós-antese (F), fruto verde em desenvolvimento (G) e mudança de cor do fruto (H) do genótipo de pitaya BRS Minipitaya do Cerrado (*S. setaceus*). Planaltina – DF. 2021.

Após a abertura floral, inicia-se o desenvolvimento dos frutos e decomposição dos restos florais (Figura 1.20 F). Os frutos verdes crescem em comprimento e diâmetro e as brácteas começam a ser bem menos evidentes na casca do fruto (Figura 1.20 G e H). A maturação do fruto é caracterizada pela mudança da cor da casca do fruto que passa do verde para o vermelho. Durante o processo de mudança de cor dos frutos os espinhos mantem-se aderidos à casca e devem ser retirados manualmente para beneficiar o processo de colheita (Figura 1.20 H). Os frutos maduros apresentam casca de coloração vermelho intensa e quando mais maduro o fruto mais escuro é o tom da cor vermelha da casca (Figura 1.17 E).

A BRS Âmbar do Cerrado apresenta estruturas reprodutivas semelhantes à BRS Minipitaya do Cerrado. A gema reprodutiva emerge da aréola mostrando-se com uma pontinha de cor marrom claro (Figura 1.21 A). Com o desenvolvimento da gema, as escamas vão se tornando verdes, mas mantém as pontas amarronzadas (Figura 1.21 B). Com o desenvolvimento do botão floral, começa o desenvolvimento dos espinhos que, mais tarde, envolverão os frutos (Figura 1.21 C e D).

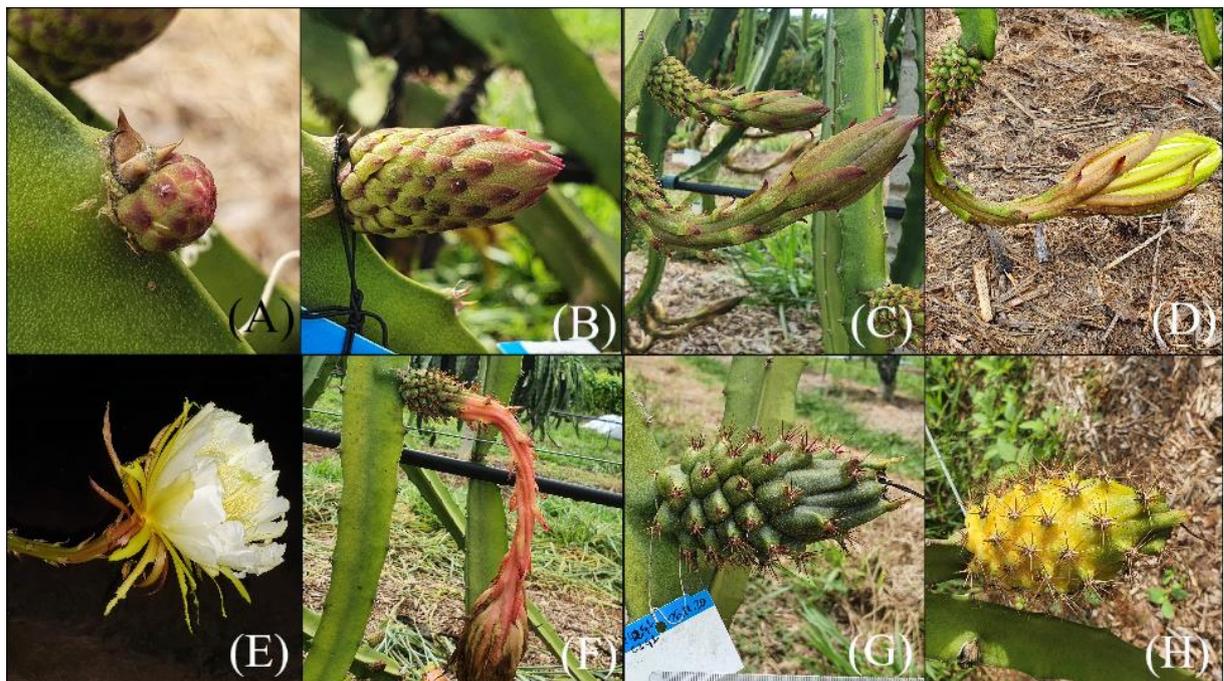


Figura 1.21 - Início da emissão de gema reprodutiva (A), evolução da gema reprodutiva (B), botão floral em desenvolvimento (C), botão floral em pré-antese (D), flor em antese (E), estrutura floral em pós-antese (F), fruto verde em desenvolvimento (G) e mudança de cor do

fruto (H) do genótipo de pitaya BRS Âmbar do Cerrado (*S. megalanthus*). Planaltina – DF. 2021.

As flores possuem pétalas cor de creme e as pétalas mais internas são amarelas e as mais externas amarronzadas (Figura 1.21 E). Após a antese ocorre o início do desenvolvimento dos frutos e decomposição dos restos florais (Figura 1.21 F). O início da maturação dos frutos é definido pelo desenvolvimento da cor amarela na casca, a qual também se dá da base para o ápice dos frutos (Figura 1.21 H). Os frutos maduros possuem coloração amarela intensa e mantêm seus espinhos, os quais devem ser retirados pouco antes da colheita de modo a facilitar o manuseio dos frutos (Figura 1.17 F).

1.3.4 Insetos e Animais

Popularmente conhecida como arapuá, irapuá, abelha-cachorro, entre outras denominações, as abelhas da espécie *Trigona spinipes* foram os insetos que apareceram em maior quantidade durante todo o ciclo produtivo dos genótipos de pitaya. Esta espécie de abelhas possui grande importância na produção de frutos de várias espécies devido ao seu papel como polinizadoras dessas culturas (BRAGA, 2018; GUIMARÃES; SHIOSAKI; MENDES, 2021; LIMA, 2021). Por outro lado, esses insetos podem atuar como pragas agrícolas e florestais em algumas culturas (DRUMOND et al., 2019).

No presente experimento, observou-se as abelhas arapuás danificando os cladódios, estruturas florais e frutos em todos os genótipo avaliados (Figura 1.22). Em algumas ondas de floração, a presença das abelhas arapuás era tão expressiva que elas consumiam todo o pólen disponível mesmo antes da abertura das flores, não restando pólen para a realização dos cruzamentos manuais. Observou-se as abelhas arapuás danificando as pétalas para adentrar na estrutura floral para a retirada do pólen a partir das 17h, período ainda considerado como pré-

antese, uma vez que as flores ainda estavam fechadas. Muniz (2017), estudando *S. undatus* e *H. polyrhizus* no Estado do Ceará, observou que as anteras começam a liberar pólen ainda com as flores fechadas. Esse fato pode justificar as abelhas arapuás danificarem as estruturas florais na pré-antese no presente estudo. Lima (2013) também observou a presença de abelhas dessa espécie danificando as estruturas florais de pitaya.

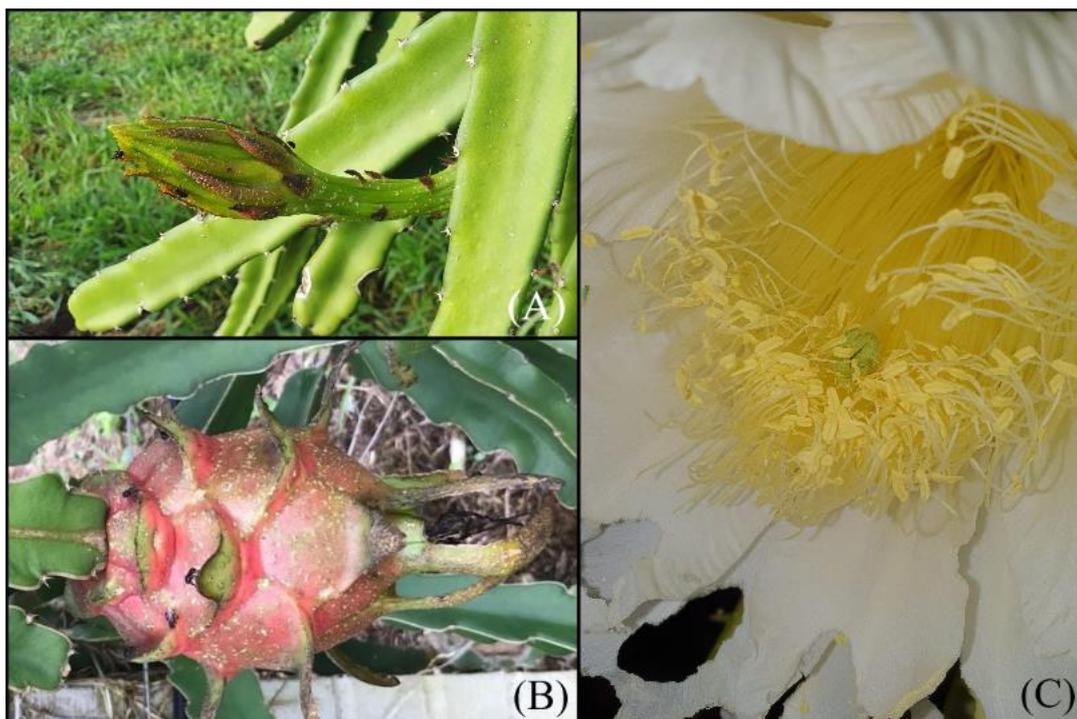


Figura 1.22 – Danos de abelha arapuá (*Trigona spinipes*) em botão (A), frutos (B) e estames (C) de plantas de pitaya (*Hylocereus* sp. e *Selenicereus* sp.). Planaltina – DF. 2021.

Apesar do seu potencial destrutivo, as abelhas arapuás podem ser consideradas polinizadores das flores de pitaya. Devido ao fato de possuírem alta atividade de movimento dentro das flores, elas movimentam o pólen dentro da flor ajudando na polinização e consequente formação dos frutos. No presente experimento, foi marcada com etiqueta uma flor que teve o estigma e estilo totalmente destruído por esses insetos. Apesar do alto dano causado pelas abelhas arapuás, a flor foi capaz de ser polinizada, emitir o tubo polínico, fecundar os óvulos e desenvolver um fruto de qualidade. Drumond et al. (2019) relatam que, apesar do

potencial destrutivo, as abelhas arapuás são polinizadoras de várias espécies que elas depredam, corroborando com as observações obtidas no presente estudo.

Observou-se a presença de abelha comum (*Apis mellifera*) entre os meses de fevereiro e março. Essas abelhas preferiam as flores de *S. setaceus* do que das outras espécies. Elas ocorreram nas flores da BRS Minipitaya a partir das 16h em quantidade suficiente para coletar todo o pólen das plantas em menos de 4h, impedindo a coleta de pólen para utilização nos cruzamentos manuais. Neste sentido, é muito importante que em regiões e épocas de alta quantidade da *A. mellifera*, caso seja necessário a utilização do pólen para a polinização cruzada, visando a fecundação de espécies auto-incompatíveis, as flores sejam cobertas na pré-antese para garantir a quantidade de pólen necessária para os cruzamentos. Outros autores também observaram a presença de *A. mellifera* em plantas de pitaya de diferentes espécies (LIMA, 2013; MUNIZ, 2017; VALLIENT-BANUET et al., 2007; WEISS et al., 1994).

Foi observado, também, a presença de pulgões na fase de botão floral na BRS Granada do Cerrado e na CPAC Roxa, principalmente nesta última (Figura 1.23). Cosmo; Galeriani (2020) relatam que a incidência de pulgões em gemas reprodutivas e botões florais em citros acarretam em aborto das estruturas reprodutivas ou em frutos deformados. No presente trabalho, foi observada alta taxa de aborto de gemas reprodutivas, botões florais e estruturas florais em pós-antese nos genótipos de polpa vermelha. Este fato além de ser explicado pela auto-incompatibilidade da CPAC Roxa, a presença de pulgões nestes dois genótipos, pode, provavelmente, ter contribuído com essa alta taxa de aborto.

Foi observada a presença de um besouro amarelo do gênero *Cyclocephala* no momento da antese das flores (Figura 1.24). Esses besouros apareciam após a abertura das flores de *S. setaceus*, dentro das quais circulavam e copulavam. Lima (2013) também observou a presença desses besouros danificando os estames nas flores de *S. setaceus*.



Figura 1.23 – Incidência de pulgão em botões florais de pitaya (*Hylocereus* sp.). Planaltina – DF. 2021.



Figura 1.24 – Besouro amarelo do gênero *Cyclocephala* nas flores do genótipo de pitaya BRS Minipitaya do Cerrado (*Selenicereus setaceus*). Planaltina – DF. 2021.

Foi observada a presença de besouro escuro pequeno nas flores no momento da antese e polinização, mas não foi observado nenhum efeito negativo desses insetos na fecundação e desenvolvimento dos frutos. Muniz (2017) também observou a presença de besouros pretos pequenos durante a antese de duas espécies de pitaya. Estes autores não observaram nenhum dano nas estruturas florais por parte destes insetos, da mesma maneira que acreditam também não haver uma ação positiva, uma vez que os autores consideram ser insetos muito pequenos para serem capazes de auxiliar na polinização das flores de pitaya.

1.3.5 Estresses Abióticos

Observou-se a deformação de alguns botões florais na BRS Luz do Cerrado e BRS Lua do Cerrado (Figura 1.25). Esses botões deformados foram identificados a campo com etiquetas e acompanhados para observação do comportamento deles durante o ciclo. Os botões deformados geraram flores igualmente deformadas que não se abriram para a polinização. Porém, apesar da deficiência física visualmente identificada, não houve prejuízo no desenvolvimento dos frutos, acarretando na produção de frutos com tamanho, forma e aspecto normais.



Figura 1.25 – Botão floral de *S. undatus* deformados. Planaltina – DF. 2021.

Neste sentido, apesar da deformação das estruturas florais externas, as estruturas internas estavam, provavelmente, em perfeitas condições para formar um fruto saudável. Uma vez que a espécie *S. undatus* é uma espécie auto-compatível, as flores não precisam necessariamente se abrirem para que haja a polinização, fecundação e formação dos frutos (HA et al.; 2018; HA; YEN, 2014; MUNIZ, 2017). Por isso, a deformação dos botões florais em plantas de *S. undatus* não acarreta em perdas econômicas.

Foi observado um amarelecimento dos cladódios no período que antecedeu o início da estação chuvosa. Como as plantas receberam água através da irrigação no período de seca, a falta de umidade do solo não justifica o amarelecimento observado. Por outro lado, o período

que antecede o início da estação chuvosa na região do Cerrado do Brasil é caracterizado por baixa umidade relativa do ar, altas temperaturas e alta radiação solar, o que pode talvez justificar o ocorrido.

Chu; Chang (2020a), estudando *H. polyrhizus* em Taiwan, e Nerd et al. (2002), avaliando *S. undatus* e *H. polyrhizus* em Israel, observaram o amarelecimento de cladódios das plantas submetidas a altas temperaturas e alta intensidade de luz. No presente experimento, a maioria dos cladódios amarelados em decorrência da alta temperatura e incidência solar recuperou a coloração verde após o início do período das chuvas. Porém, em alguns cladódios, o amarelecimento foi tão intenso a ponto de evoluir para a degradação dos tecidos, resultando na perda de alguns cladódios (Foto 1.27). Apesar de não ter sido mensurado o número de cladódios danificados, não houve dano econômico devido a este fator, não havendo prejuízo econômico.



Figura 1.26 – Cladódios de pitaya (*Hylocereus* sp. e *Selenicereus* sp.) danificados devido à altas temperaturas, baixa umidade relativa do ar e alta intensidade de luz solar. Planaltina – DF. 2021.

Foi observada alta taxa de aborto de botões florais na CPAC Roxa e na BRS Granada do Cerrado durante todo o ciclo reprodutivo, principalmente na CPAC Roxa. A emissão de gemas florais nesses dois genótipos em cada onda de floração foi sempre mais expressiva do que a quantidade emitida nos demais. O fato de haver muitos botões florais por planta talvez possa ser a causa do aborto natural destas estruturas, como forma de autopreservação da planta, de modo a garantir o devido enchimento de frutos e formação de sementes viáveis. Khaimov;

Mizrahi (2015), estudando o efeito da remoção de flores e botões florais em plantas de *S. undatus* e *S. megalanthus*, observaram que a remoção de botões florais estendeu o período de floração em mais de um mês. Além disso, relataram que a remoção de botões florais grandes ou de flores em antese acarretou em perdas na produção de flores, mas a remoção de botões florais ainda pequenos não acarretou no aborto de flores.

Foi observado, no presente experimento, que a transição para a coloração vermelha na casca de frutos de pitaya durante a maturação ocorre mais rapidamente na parte do fruto que permanece sombreada por mais tempo do que a parte que fica mais exposta à radiação solar. A coloração vermelha dos frutos de pitaya ocorre devido à degradação de clorofila e ao acúmulo de betacianinas na casca durante o processo de maturação (STINTZING et al., 2002). Chang et al. (2016) observaram que o sombreamento promoveu o aumento do acúmulo de betacianina na casca dos frutos de pitaya. Da mesma maneira, Chu; Chang (2020a) relatam que a alta intensidade luminosa acompanhada de elevadas temperaturas pode atrasar o acúmulo de betacianina ou a degradação de clorofila na casca de frutos de pitaya, levando à redução da coloração e também do valor comercial do produto.

Os genótipos de polpa vermelha, BRS Granada do Cerrado e CPAC Roxa, apresentaram alta taxa de ruptura da epiderme nos frutos maduros em dias de elevada temperatura (Foto 1.27). Chu; Chang (2020a) também observaram a deiscência de frutos de *H. polyrhizus* sob alta temperatura. Neste sentido, recomenda-se a colheita imediata dos frutos dos genótipos de polpa vermelha assim que atingem a coloração avermelhada da casca, pois os frutos maduros não suportam altas temperaturas e acabam por rachar, o que acarreta na perda do valor comercial do fruto.



Figura 1.27 – Fruto de pitaya partido devido à altas temperaturas e atraso na colheita. Genótipo BRS Granada do Cerrado (*S. undatus* x *S. costaricensis*). Planaltina – DF. 2021.

1.4 CONCLUSÕES

Os genótipos de pitaya desenvolvidos pela Embrapa Cerrados possuem estruturas reprodutivas diferentes fenotipicamente.

O genótipo BRS Âmbar do Cerrado demanda maior período para formação e maturação dos frutos que os demais genótipos estudados.

Os genótipos BRS Granada do Cerrado e CPAC Roxa possuem janela de produção de frutos mais ampla que as demais.

A BRS Âmbar do Cerrado não possui janela de produção bem definida, produzindo frutos durante praticamente todo o ano.

O visitante floral mais frequente e abundante foi a abelha arapuá (*Trigona spinipes*) a qual depredou as estruturas florais, mas também auxiliou na polinização.

O amarelecimento e degradação dos tecidos dos cladódios devido à alta temperatura e radiação solar não causaram danos à produtividade das plantas de pitaya.

Os genótipos desenvolvidos pela Embrapa Cerrados propiciam um escalonamento de produção com garantia de comercialização durante quase todo o ano.

1.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERGAMASCHI, H. O clima como fator determinante da fenologia das plantas. *In*: REGO, G. M.; NEGRELLE, R. R. B.; MORELLATO, L. C. **Fenologia ferramenta para conservação, melhoramento e manejo de recursos vegetais arbóreos**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. p. 291-310.

BERILLI, S. S.; OLIVEIRA, J. G.; MARINHO, A. B.; LYRA, G. B.; SOUSA, E. F.; VIANA, A. A. P.; BERNARDO, S.; PEREIRA, M. G. Avaliação da taxa de crescimento de frutos de mamão (*Carica papaya* L.) em função das épocas do ano e graus-dias acumulados. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, p.11-14, 2007.

BRAGA, M. S. K. A polinização como fator de produção na cultura do morango. **Embrapa: Comunicado Técnico**. n. 56, maio, 2018.

CHANG, P. T.; HSIEH, C. C.; JIANG, Y. L. Responses of ‘Shih Huo Chuan’ pitaya (*Hylocereus polyrhizus* (Weber) Britt. & Rose) to different degrees of shading nets. **Scientia Horticulturae**, v. 198, p. 154-162, 2016.

CHU, Y. C.; CHANG, J. C. High Temperature Suppresses Fruit/Seed Set and Weight, and Cladode Regreening in Red-fleshed ‘Da Hong’ Pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) under Controlled Conditions. **HortScience**, v. 55, p. 1259-1264, 2020.

COSMO, B. M. N.; GALERIANI, T. M. Pragas dos citros: cochonilhas, pulgões, minador dos citros, cigarrinhas, bicho furão e mosca branca dos citros. **Agronomia Brasileira**, v. 4, p. 1-9, 2020.

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

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

DRUMOND, P. M.; RIBEIRO, M. F.; KIILL, L. H. P.; SANTOS, R. S. Aprendendo a Conviver com as Abelhas-Arapuás em Sistemas Agrícolas. **Documentos/Embrapa Acre**, n. 158, junho, 2019.

GUIMARÃES, J. S.; SHIOSAKI, R. K.; MENDES, M. L. M. Licuri (*Syagrus coronata*): características, importâncias, potenciais e perspectivas do pequeno coco do Brasil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 58, p. 169-192, 2021.

HA, T. D.; OANH, L. T. K.; YEN, C. R. Flowering Phenology and Mating System of a Red Skin Pitaya (*Hylocereus* spp.) Germplasm Collection in Taiwan. **Asian Journal of Advances in Agricultural Research**, v. 7, p. 1-8, 2018.

HA, T. D.; YEN, C. R. Morphological Characteristics and Pollination Requirement in Red Pitaya (*Hylocereus* spp.). **International Scholarly and Scientific Research & Innovation**, v. 8, p. 268-272, 2014.

HOA, N. V.; CAMPBELL, J.; HOANG, N. H.; CHAU, N. M.; Development and implementation of gap on pitaya in Vietnam: Status and challenges. *In: Workshop on Improving Pitaya Production and Marketing*, 2015, Kaohsiung. **Anais...** Kaohsiung: Fengshan Tropical Horticultural Experiment Branch, 2015. p. 155-164.

HOJO, R. H.; CHALFUN, N. N. J.; HOJO, E. T. D.; SOUZA, H. A.; PAGLIS, C. M.; SÃO JOSÉ, A. R. Caracterização fenológica da goiabeira 'Pedro Sato' sob diferentes épocas de poda. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, p.20-24, 2007.

HUNG, N. Q., HUONG, N. T. T. Off-season flowering treatment by lighting red pulp dragon fruit in Gia Lam District, Hanoi, Vietnam. *In: Workshop on Improving Pitaya Production and Marketing*, 2015, Kaohsiung. **Anais...** Kaohsiung: Fengshan Tropical Horticultural Experiment Branch, 2015. p. 175.

INNES C.; GLASS C. **L'encyclopédie illustrée des cactus**. Paris: Bordas, 1992. p. 139-140.

JIANG, Y. L.; LIAO, Y. Y.; LIN, M. T.; YANG, W. J. Bud Development in Response to Night-breaking Treatment in the Noninductive Period in Red Pitaya (*Hylocereus* sp.). **HortScience**, v. 51, p. 690-696, 2016.

JIANG, Y. L.; LIAO, Y. Y.; LIN, T. S.; LEE, C. L.; YEN, C. R.; YANG, W. J. The photoperiodregulated bud formation of red pitaya (*Hylocereus* sp.). **HortScience**, v. 47, p. 1063-1067, 2012.

JIANG, Y. L.; LIN, T. S., LEE, C. L.; YEN, C. R.; YANG, W. J. Phenology, Canopy Composition, and Fruit Quality of Yellow Pitaya in Tropical Taiwan. **HortScience**, v. 46, p. 1497-1502, 2011.

KHAIMOV, A.; MIZRAHI, Y. Effects of day-length, radiation, flower thinning and growth regulators on flowering of the vine cacti *Hylocereus undatus* and *Selenicereus megalanthus*. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v. 81, p. 465-470, 2006.

KISHORE, K. Phenological growth stages of dragon fruit (*Hylocereus undatus*) according to the extended BBCH-scale. **Scientia Horticulturae**, v. 213, p. 294-302, 2016.

LE BELLEC, F.; VAILLANT, F.; IMBERT, E. Pitahaya (*Hylocereus* spp.) A New Crop, a Market with a Future. **Fruits**, v. 61, p. 237-250, 2006.

LIMA, C. A. **Caracterização, Propagação e Melhoramento Genético de Pitaya Comercial e Nativa do Cerrado**. Orientador: Fábio Gelape Faleiro. 2013. 124p. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Agronomia, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

LIMA, M. V. **Atração e comportamento de forrageio de abelhas polinizadoras em flores de cultivares de abóbora (*Cucurbita moschata* Duch.) em região semiárida**. Orientador: Breno Magalhães Freitas. 2021. 104p. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

MARO, L. A. C.; PIO, R.; SILVA, T. C.; PATTO, L. S. Ciclo de produção de cultivares de framboeseiras (*Rubus idaeus*) submetidas à poda drástica nas condições do sul de Minas Gerais.

Revista Brasileira de Fruticultura, v.34, p.435-441, 2012.

MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; ARAÚJO, N. A.; SILVA, F. O. R. Fenologia reprodutiva de pitaita vermelha no município de Lavras, MG. **Ciência Rural**, v.41, p. 984-987, 2011.

MARTÍNEZ-RUIZ, E. R.; TIJERINA-CHÁVEZ, L.; BECERRIL-ROMÁN, A. E.; REBOLLEDO-MARTÍNEZ, A.; VELASCO-CRUZ, C.; DEL ÁNGEL-PÉREZ, A. L. Fenología y Constante Térmica de la Pitahaya (*Hylocereus undatus* Haw. Britt. & Rose). **Agroproductividad**, v. 10, p. 3-8, 2017.

MERTEN, S. A Review of Hylocereus Production in the United States. **J. PACD**, v. 5, p. 98-105, 2003.

MIZRAHI, Y.; NERD, A. Climbing and columnar cacti: New arid land fruit crops. *In*: JANICK, J. **Perspective in new crops and new uses**. Alexandria: American Society for Horticultural Science Press, 1999. p. 358-366.

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

MUNIZ, J. P. O. **Abelhas e a Polinização da Pitaya (*Hylocereus* spp.): Implicações no Vingamento, Características Físicas e Físico-Químicas dos Frutos**. Orientador: Breno

Magalhães Freitas. 2017. 81p. Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

NERD, A.; MIZRAHI, Y. Fruit Development and Ripening in Yellow Pitaya. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, v. 123, p. 560-562, 1998.

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.

OLIVEIRA, M. C.; RAMOS, J. D.; PIO, R.; CARDOSO, M. G. Phenological and physical characteristics and fatty acids of olive trees from the south of Minas Gerais, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, p. 30-35, 2012.

OLIVEIRA, M. C. et al. Características fenológicas e físicas e perfil de ácidos graxos em oliveiras no sul de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, p.30-35, 2012.

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

OSUNA-ENCISO, T.; VALDEZ-TORRES, J. B.; SAÑUDO-BARAJAS, J. A.; MUY-RANGEL, M. D.; HERNÁNDEZ-VERDUGO, S.; VILLARREAL-ROMERO, M.; OSUNA-RODRÍGUEZ, J. M. Reproductive phenology, yield and fruit quality of pitahaya (*Hylocereus*

undatus (How.) Britton and Rose) in Culiacan valley, Sinaloa, Mexico. **Agrociencia**, Montecillo, v. 50, p. 61-78, 2016.

PASCALE, A. J.; DAMARIO, E. A. **Bioclimatología Agrícola y Agroclimatología**. Buenos Aires: Editorial Facultad de Agronomía, 2004.

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**, v. 42, p. 1-5, 2020.

RODRIGUES, L. J. **Caracterização do desenvolvimento e processamento mínimo de pitaia nativa (*Selenicereus setaceus* Rizz.) do cerrado brasileiro**. Orientador: Eduardo Valério de Barros Vilas Boas. 2010. 155p. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

SILVA, A. C. C.; CAVALLARI, L. L.; SABIÃO, R. R.; MARTINS, A. B. G. Reproductive phenology of red dragon fruit in Jaboticabal, SP, Brazil. **Ciência Rural**, v.45, p.585-590, 2015.

SILVA, L. G.; MENDES, I. C.; REIS JÚNIOR, F. B.; FERNANDES, M. F.; MELO, J. T.; KATO, E. Atributos físicos, químicos e biológicos de um Latossolo de Cerrado sob plantio de espécies florestais. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/EMBRAPA Cerrados**, Planaltina, n. 256, junho, 2009.

STINTZING, F. C.; SCHIEBER, A.; CARLE, R. Betacyanins in fruits from red-purple pitaya, *Hylocereus polyrhizus* (Weber) Britton & Rose. **Food Chemistry**, v. 77, p.101-106, 2002.

Valiente-Banueta, A.; Gallya, R. S.; Arizmendib, M. C.; Casas, A. Pollination biology of the hemiepiphytic cactus *Hylocereus undatus* in the Tehuaca'n Valley, Mexico. **Journal of Arid Environments**, v. 68, p. 1-8, 2007.

WEISS, J.; NERD, A.; MIZRAHI, Y. Flowering Behavior and Pollination Requirements in Climbing Cacti with Fruit Crop Potential. **HortScience**, v. 29, p. 1487-1492, 1994.

WYBRANIEC, S.; NOWAK-WYDRA, B.; MITKA, K.; KOWALSKI, P.; MIZRAHI, Y. Minor betalains in fruits of *Hylocereus* species. **Phytochemistry**, v. 68, p. 251-259, 2007.

YAH, A. R. C.; PEREIRA, S. S.; VELOZ, C. S.; SAÑUDO, R. B.; DUCH, E. S. Cambios físicos, químicos y sensoriales em frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante su desarrollo. **Revista Fitotecnia Mexicana**, v. 31, p. 1-5, 2008.

ZEE, F.; YEN, C. R.; NISHINA, M. Pitaya (dragon fruit, strawberry pear). **Fruits and Nuts**, v. 9, p. 1-3, 2004.

**CAPÍTULO 2 – EFEITO DO DESPONTE DE CLÁDODIOS NA EMISSÃO DE
GEMAS VEGETATIVAS E REPRODUTIVAS DE GENÓTIPOS DE PITAYA**

**CHAPTER 2 – EFFECT OF CLADODE TOPPING ON THE EMISSION OF
VEGETATIVE AND REPRODUCTIVE GEMS OF PITAYA GENOTYPES**

RESUMO

A poda na fruticultura é uma prática que visa influenciar a área foliar, a estrutura da folha e melhorar a interceptação e distribuição da luz dentro da copa da planta, promovendo efeitos na fotossíntese e ganhos na produtividade. Para a cultura da pitaya são encontradas poucas informações na literatura nacional e internacional, sobre a necessidade, benefícios ou malefícios da realização do manejo de poda. Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do desponte de cladódios na emissão de gemas vegetativas e reprodutivas de seis genótipos de pitaya desenvolvidos pela Embrapa Cerrados. O experimento foi realizado na Unidade de Apoio da Fruticultura da Embrapa Cerrados no município de Planaltina, DF. Foram avaliados seis genótipos de pitaya: BRS Lua do Cerrado (*Selenicereus undatus*), a BRS Luz do Cerrado (*S. undatus*), a BRS Minipitaya do Cerrado (*S. setaceus*), a BRS Âmbar do Cerrado (*S. megalanthus*), a BRS Granada do Cerrado (*S. undatus* x *S. costaricensis*) e CPAC Roxa (*S. costaricensis*). Foram selecionados, por planta, dois cladódios de tamanho e idade semelhantes, onde um deles foi submetido ao desponte e outro não. Os cladódios foram identificados com fita para posteriores avaliações. Para determinar a influência do desponte dos cladódios na emissão de gemas, foi contado o número de gemas reprodutivas e vegetativas aos 19, 62 e 90 dias após o dia do desponte. Foram avaliados, também, o número de frutos colhidos nestes cladódios, bem como o diâmetro, comprimento e massa dos frutos colhidos durante toda a safra 2019/2020. Não foi observada influência do desponte de cladódios de pitaya na emissão de gemas vegetativas e reprodutivas em nenhum dos seis genótipos avaliados. Também não foi observada influência do desponte no número de frutos colhidos, bem como nas características físicas dos frutos. Os genótipos de pitaya diferiram entre si para o número de gemas reprodutivas e vegetativas emitidas durante o período de avaliação. Foi observado, também, diferenças significativas para as características físicas dos frutos entre os genótipos avaliados. Sugere-se que novos estudos sejam realizados a fim de confirmar a ineficácia do efeito do desponte de cladódios na emissão de gemas reprodutivas e vegetativas em plantas de pitaya.

Palavras-chave: *Hylocereus* sp., *Selenicereus* sp., Cactaceae, poda, desponte de cladódios, gemas reprodutivas, gemas vegetativas.

ABSTRACT

Pruning in fruit plants is a practice that influences leaf area, leaf structure and improve light interception and distribution within the plant canopy, promoting effects on photosynthesis and yield gains. For the pitaya crop, few informations are found in the national and international literature on the need, benefits or harms of pruning practice. The present work had the goal to evaluate the effect of the tip pruning of the cladodes on the emission of vegetative and reproductive buds of six genotypes of pitaya developed by Embrapa Cerrados. The experiment was carried out at the Fruticulture Support Unit of Embrapa Cerrados in Planaltina, DF. Six pitaya genotypes were evaluated: BRS Lua do Cerrado (*Selenicereus undatus*), BRS Luz do Cerrado (*S. undatus*), BRS Minipitaya do Cerrado (*S. setaceus*), BRS Âmbar do Cerrado (*S. megalanthus*), BRS Granada do Cerrado (*S. undatus* x *S. costaricensis*) and CPAC Roxa (*S. costaricensis*). Two cladodes of similar size and age were selected per plant, where one was submitted to topping and the other was not. The cladodes were identified with tape for further evaluation. To observe the influence of cladode topping on the bud emissions, the number of reproductive and vegetative buds at 19, 62 and 90 days after the bud shoot was counted. The number of fruits harvested in these cladodes, as well as the diameter, length and mass of the fruits harvested throughout the 2019/2020 season were also evaluated. No influence of pitaya cladode topping on the emission of vegetative and reproductive buds was observed in any of the six genotypes evaluated. There was also no influence of the topping on the number of fruits harvested, as well as on the physical characteristics of the fruits. Pitaya genotypes differed among themselves for the number of reproductive and vegetative buds emitted during the evaluation period. Significant differences were also observed for the physical characteristics of the fruits between the evaluated genotypes. It is suggested that further studies be carried out in order to confirm the ineffectiveness of the effect of cladode topping on the emission of reproductive and vegetative buds in pitaya plants.

Key words: *Hylocereus* sp., *Selenicereus* sp., Cactaceae, pruning, cladodes topping, reproductive buds, vegetatives buds.

2.1 INTRODUÇÃO

A fruticultura é uma das atividades agrícolas mais rentáveis, com grande volume mundial produzido, excelente retorno financeiro (DERAL, 2020). A crescente demanda no consumo de frutas é reflexo da conscientização pela busca de uma alimentação mais saudável e funcional, aliado ao aumento do poder aquisitivo da população brasileira (RAMOS et al., 2018).

Como consequência desse aumento do consumo de frutas, cresce também a busca por parte dos produtores rurais por espécies alternativas para o cultivo de modo a diversificar a sua produção. Com isso, o cultivo de frutas exóticas aumentou nos últimos anos, por se apresentar um mercado atrativo e promissor (RAMOS et al., 2018).

Dentre as frutas exóticas, a pitaya (*Hylocereus* sp. e *Selenicereus* sp.) vem se destacando há algum tempo no mercado nacional e internacional, atingindo preços muito atrativos ao produtor rural (ANDRADE; MARTINS; SILVA, 2007). Neste sentido, esta frutífera tem sido considerada promissora, pois, além de possibilitar alto rendimento financeiro, é uma ótima opção para cultivo em áreas rochosas, de baixa fertilidade natural e baixo índice pluviométrico (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006).

Devido a ser uma cultura relativamente nova no Brasil, pouco ainda se sabe a respeito de informações básicas sobre genética, fisiologia, nutrição mineral, propagação e manejo geral em pomares de pitaya já estabelecidos. Uma vez que estas questões são primordiais para o incremento da produtividade das frutíferas no geral, ainda há uma grande lacuna de informações a ser preenchida no que diz respeito às melhores práticas de manejo no cultivo da pitaya (CAVALCANTE et al., 2011; NUNES et al., 2014).

A poda na fruticultura é uma prática muito comum que visa influenciar a área foliar, a estrutura da folha e melhorar a interceptação e distribuição da luz dentro da copa da planta,

promovendo efeitos na fotossíntese. Além disso, a poda em plantas frutíferas pode acarretar no aumento da atividade dos meristemas de crescimento e, conseqüentemente, demanda por fotoassimilados (MIKA, 1986).

Assim, o objetivo da poda em frutíferas é intervir na parte aérea das plantas, de forma a expor o maior número possível de folhas ao sol. Deste modo, ramos muito próximos entre si, bem como aqueles mal situados ou dirigidos para o interior da copa, devem ser eliminados da planta, uma vez que possuem balanço energético negativo (FARIAS, 2015).

O crescimento vegetativo vigoroso e hábito de crescimento trepador com sobreposição dos cladódios em plantas de pitaya acarreta na redução da penetração de luz no interior da planta. Este sombreamento pode acarretar na diminuição da produtividade e da qualidade dos frutos, além de dificultar o controle de doenças e pragas pela redução da eficiência de aplicações de defensivos. Sendo assim, a poda torna-se uma prática cultural muito importante na cultura da pitaya, visando promover o balanço adequado entre o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, sendo fundamental para aumento da eficiência produtiva e melhoria da qualidade dos frutos (HAWERROTH et al., 2012).

Para a cultura da pitaya são encontradas poucas informações na literatura nacional e internacional, sobre a necessidade da realização do manejo de poda, consistindo praticamente em informações de atuações empíricas atreladas a manejos com outras espécies, que também são denominadas como pitaya (BRITO, 2019). Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do desponde de cladódios na emissão de gemas vegetativas e reprodutivas de seis genótipos de pitaya desenvolvidos pela Embrapa Cerrados.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental de pitaya instalada na Unidade de Apoio da Fruticultura da Embrapa Cerrados no município de Planaltina, DF, localizada na região do Planalto Central Brasileiro, à 15°35'30" de latitude Sul, 47°42'30" de longitude Oeste e 1.007 m de altitude. Segundo a classificação de Köppen, o clima é tipificado como Tropical Estacional (Aw) com duas estações bem definidas: uma estação seca, que se estende do mês de maio à setembro, e outra chuvosa, que se estende de outubro a abril, com precipitação média anual de 1500 mm. As médias de temperatura variam de 15,9°C nos meses mais frios à 26,4°C nos meses mais quentes (SILVA et al., 2009).

Em agosto de 2017, cerca de sete meses antes da implantação do pomar, foi realizada a calagem do solo, com a aplicação de 5 ton.ha⁻¹ de calcário dolomítico com PRNT de 80%. Na sequência, foram feitas a gradagem e o nivelamento mecanizados do solo. Três meses antes do transplante realizou-se a adubação para fornecimento de fósforo, potássio e micronutrientes através da aplicação de 1 kg.m⁻¹ de Yoorim Master® nas linhas onde as mudas seriam transplantadas. Além disso, aplicou-se 5 kg.m⁻¹ de esterco de gado curtido. Após a aplicação da adubação química e orgânica foi feita a incorporação destes produtos ao solo com o auxílio de uma grade rotativa.

O pomar foi instalado em março de 2018 utilizando-se de estacas provenientes de cladódios de seis genótipos superiores desenvolvidos pela Embrapa Cerrados, sendo elas: BRS Lua do Cerrado (BRS LC) e BRS Luz do Cerrado (BRS LZC), ambas da espécie *Selenicereus undatus*, que é caracterizada por frutos de polpa branca e casca vermelha sem espinhos; BRS Minipitaya do Cerrado (BRS MPC) (*S. setaceus*), a qual apresenta frutos de polpa branca e casca vermelha com espinhos; BRS Âmbar do Cerrado (BRS AC) (*S. megalanthus*), com frutos de polpa branca

e casca amarela com espinhos; BRS Granada do Cerrado (BRS GC) (*S. undatus* x *S. costaricensis*) e CPAC Roxa (*S. costaricensis*), ambas com frutos de polpa vermelha e casca vermelha sem espinhos.

O delineamento utilizado foi de blocos casualizados com duas repetições, com dez plantas por repetição. As mudas foram conduzidas por tutoramento de um fuste único em postes de concreto armado. Após chegarem ao ápice do poste, os cladódios foram apoiados em um pneu de moto sustentado por uma cruzeta de ferro, permitindo a formação da copa das plantas. O espaçamento utilizado foi de quatro metros entre linhas e três metros entre plantas.

Foram realizadas adubações orgânicas anuais com a aplicação de cerca de 20 L de esterco de gado.planta-1. Houve também adubações químicas mensais via aspersão foliar, via irrigação ou por cobertura, visando o suprimento de macro e micronutrientes às plantas tanto no período reprodutivo como no período vegetativo. Além disso, conservou-se o “mulching” com palhada de seringueira ou cana-de-açúcar a fim de impedir o crescimento de plantas daninhas nas linhas de transplante e manter a umidade e temperatura do solo em condições ideais.

O pomar foi mantido sob irrigação pelo sistema de microaspersão. No período de seca foram realizadas irrigações semanais com uma lâmina d’água de 20 mm a fim de suprir a demanda de água das plantas de pitaya no período de ausência de chuvas na região. O fornecimento de água via irrigação no período de chuvas foi realizado somente quando ocorria ausência de chuvas no período de uma semana.

O desponte dos cladódios de pitaya foi realizado no dia 11 de outubro de 2019, quando as plantas estavam com aproximadamente um ano e meio de idade. Foram selecionados dois cladódios de tamanhos semelhantes em cada planta do pomar. Um dos cladódios teve a ponta cortada com o auxílio de uma tesoura de poda e foi identificado com uma fita laranja (Figura 2.1), enquanto que o segundo cladódio, o qual não foi submetido ao desponte, foi identificado com uma fita listrada.



Figura 2.1 – Desponte de cladódios de pitaya. Planaltina – DF. 2021.

Foram realizadas três avaliações pontuais visando observar o efeito do desponte da indução da emissão de gemas vegetativas e reprodutivas. Essas avaliações foram realizadas nos dias 30 de outubro de 2019, 12 de dezembro de 2019 e 09 de janeiro de 2020, quando foi realizada a contagem do número de gemas reprodutivas e vegetativas emitidas em cada cladódio. Além disso, durante toda a safra 2019/2020 foram avaliados: o número de frutos produzidos (NF), o diâmetro (DF), o comprimento (CF) e a massa dos frutos (MF) provenientes dos dois cladódios selecionados em cada planta.

Os dados foram tabulados e os valores do número gemas vegetativas, número de gemas reprodutivas e do número de frutos colhidos foram transformados para $\sqrt{x + 0,5}$. Após devidas transformações, os dados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey a 1% de significância com o auxílio do programa SISVAR®, sob o delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 6 (dois fatores de desponte x seis genótipos) com duas repetições.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância demonstrou que não houve efeito do desponde dos cladódios de pitaya para nenhuma das variáveis avaliadas. Por outro lado, os genótipos mostram-se estatisticamente diferentes para o número de gemas vegetativas e reprodutivas na maioria das épocas de avaliação e para diâmetro, comprimento e massa dos frutos (Tabela 2.1 e 2.2).

As diferenças observadas entre os genótipos para as características físicas dos frutos eram esperadas, uma vez que os frutos diferem-se bastante entre si mesmo visualmente, evidenciando as diferenças genéticas existentes entre as diferentes espécies de pitaya estudadas. Junqueira et al. (2002) confirmam que as diferentes espécies de pitaya apresentam grande diversidade quanto às características físicas como, por exemplo, o formato do fruto, coloração da casca e da polpa e presença ou ausência de espinhos.

Os coeficientes de variação (CV%) obtidos no presente experimento variaram de 22,54% a 57,96%. O coeficiente de variação ou erro experimental é definido como a variação devido à fatores não controlados ou que ocorrem ao acaso (STEEL; TORRIE, 1980). Neste sentido o erro experimental pode ocorrer devido à vários fatores, como: competições intra e interparcelar, heterogeneidade do solo, heterogeneidade do material experimental e variabilidade genética do material experimental (LE CLERG, 1967; STORCK et al., 2005).

Segundo Gomes (1991), coeficientes de variação acima de 30% em experimentos de campo são considerados muito altos e de baixa precisão. Porém essa classificação não leva em consideração a cultura estudada e, principalmente, o caráter que está sendo considerado. Neste sentido, Garcia (1989) propõe que sejam realizados estudos específicos para cada cultura e variável avaliada, para que, através da média obtida entre os diferentes experimentos, encontrem-se as faixas de valores de CV% aceitáveis.

Tabela 2.1 – Resumo da análise de variância para o número de gemas vegetativas (GV) e gemas reprodutivas (GR) em três épocas de avaliação em cladódios de seis genótipos de pitaya submetidos ou não ao desponte. Planaltina – DF, 2021.

FV	GL	QM					
		1ª avaliação		2ª avaliação		3ª avaliação	
		GV	GR	GV	GR	GV	GR
Genótipos	5	0,4778**	2,7762 ^{ns}	2,0269*	1,4863*	3,0594**	3,4817**
Desponte	1	0,1118 ^{ns}	0,0416 ^{ns}	0,0003 ^{ns}	0,0921 ^{ns}	0,0038 ^{ns}	0,0005 ^{ns}
Genótipos x Desponte	5	0,1118 ^{ns}	0,1928 ^{ns}	0,4058 ^{ns}	0,2041 ^{ns}	0,3288 ^{ns}	0,3747 ^{ns}
Bloco	1	0,0005 ^{ns}	0,6214 ^{ns}	0,0003 ^{ns}	8,0901**	0,0041 ^{ns}	6,0422**
Erro	11	0,0612	0,8794	0,3931	0,4249	0,3768	0,2499
CV (%)		29,17	57,96	46,57	22,54	45,91	24,14
Média		0,38	3,17	2,00	8,75	2,17	4,96

^{ns}: não significativo; *, **: significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 2.2 – Resumo da análise de variância para o número de frutos (NF), diâmetro (DF), comprimento e massa de frutos (MF) provenientes de cladódios de seis genótipos de pitaya submetidos ou não ao desponte. Planaltina – DF, 2021.

FV	GL	QM			
		NF	DF	CF	MF
Genótipos	5	0,2596 ^{ns}	19,0007 [*]	44,2038 ^{**}	64212,7043 ^{**}
Desponte	1	0,0002 ^{ns}	1,505 ^{ns}	2,2326 ^{ns}	1553,1677 ^{ns}
Genótipos x Desponte	5	0,3701 ^{ns}	4,6906 ^{ns}	5,8898 ^{ns}	2042,986 ^{ns}
Bloco	1	0,5487 ^{ns}	4,5675 ^{ns}	3,9691 ^{ns}	16703,2884 ^{ns}
Erro	11	0,5500	4,8009	6,1245	4929,5162
CV (%)		37,23	37,52	32,21	28,47
Média		3,88	5,84	7,68	246,59

^{ns}: não significativo; *, **: significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Ramos et al. (2018) estudando o efeito do desponte de cladódio em *S. undatus* também obtiveram altos valores de CV% nas variáveis avaliadas. Os valores variaram de 15,67% à 121,32%, para as variáveis porcentagem de pegamento e massa fresca dos frutos, respectivamente.

As estacas utilizadas para a instalação do pomar do presente experimento são clones idênticos, pois foram retiradas de uma mesma planta. Desta maneira, exclui-se a possibilidade de variação genética entre as plantas de mesma espécie. Da mesma maneira eliminam-se as hipóteses de heterogeneidade intra e interparcelar, uma vez que as plantas foram submetidas ao mesmo espaçamento, não sendo, também, observado sombreamento entre as plantas.

Um dos fatores que pode ter contribuído para os altos valores de coeficiente de variação pode ser a heterogeneidade do solo. Apesar de ter sido realizada a análise do solo e adubação padrão, não foi realizada uma análise local do solo de cada cova para determinar com precisão as diferenças de fertilidade entre covas. Além disso este fato pode ser afirmado devido às diferenças visuais de vigor entre plantas da mesma espécie e repetição.

A escolha dos pares de cladódios nas plantas também pode ter sido um fator de contribuição para os altos valores de CV%. Além de ter sido selecionado apenas um par de cladódios por

planta, a escolha desse único par foi realizada ao acaso nas plantas. Não houve a seleção em uma parte específica do dossel, bem como não foi padronizada a localização cardinal dos cladódios na planta.

Nerd et al. (2002) observaram que o sombreamento de 60% em plantas de *S. undatus* e *S. polyrhizus* proporcionou maior quantidade de flores do que o tratamento sem sombreamento. Da mesma maneira, Khaimov e Mizrahi (2006) relataram que plantas de *S. undatus* submetidas a sombreamento de 40% e plantas de *S. megalanthus* sob sombreamento de 40% e 60% apresentaram maior produção de frutos.

Uma vez que o sombreamento em plantas de pitaya pode influenciar a emissão de botões florais e a quantidade de frutos por planta, a falta de padronização na escolha dos pares de cladódios no dossel das plantas do presente experimento pode ter influenciado os diferentes resultados entre as plantas de uma mesma espécie, contribuindo para os elevados valores de CV%.

O comprimento dos pares de cladódios selecionados também pode ser um fator de grande influência para os altos valores de coeficiente de variação do presente experimento. Foi realizada a padronização do comprimento dos cladódios apenas dentro dos pares de cladódios de uma mesma planta, não sendo considerado um padrão para o tamanho dos cladódios entre as plantas da mesma espécie e repetição. Jiang et al. (2016) observaram que entre os cladódios de *S. megalanthus* que ainda não haviam produzido frutos em safras anteriores, os cladódios mais longos apresentaram maior quantidade de flores que os cladódios mais curtos.

Outro fator que não foi considerado no presente experimento foi a idade dos cladódios selecionados. No momento da escolha dos pares de cladódios buscou-se selecionar aqueles que não aparentavam ser muito jovens. Porém não houve uma seleção minuciosa a ponto de saber se eles eram antigos o bastante a ponto de ter produzido frutos na safra anterior, ou se eram brotos jovens emitidos na entre safra da produção de frutos.

Jiang et al. (2011), em experimento com plantas de *S. megalanthus*, observaram que cladódios emitidos em safras anteriores apresentaram maior quantidade de botões florais por cladódio que os brotos jovens emitidos na entre safra. Costa et al. (2014) relataram que 96% dos cladódios de plantas de *S. undatus* que já haviam produzido frutos em safras anteriores voltaram a produzir frutos novamente, enquanto que dentro dos cladódios jovens apenas 72% deles produziram frutos. Além disso, estes autores observaram que os cladódios mais antigos produziram 25% a mais de frutos que os cladódios jovens.

Neste sentido, para estudos futuros sobre a influência do desponte de cladódios de pitaya na emissão de gemas vegetativas e reprodutivas, muitos fatores devem ser levados em consideração na seleção dos cladódios a serem avaliados. Dentre esses fatores estão: maior número de pares de cladódios por planta; comprimento padrão dos cladódios entre todas as plantas de um mesmo tratamento; padronização da localização dos cladódios no dossel da planta; padronização da direção cardinal da posição dos cladódios levando em consideração o nascer e o pôr do sol; e a idade dos cladódios.

O desponte de cladódio, no presente experimento, não teve efeito na emissão de gemas vegetativas e reprodutivas em nenhuma das variáveis avaliadas (Tabela 2.1 e 2.2). Ramos et al. (2018) estudando épocas de desponte de cladódios de *S. undatus* de diferentes comprimentos também não observou efeito significativo do desponte de cladódios na emissão de brotos reprodutivos.

A poda é comumente indicada em frutíferas para a renovação das plantas para a quebra da dominância apical visando induzir o crescimento das gemas laterais (GIAMPAN et al., 2005; ONO; GRANA JÚNIOR; RODRIGUES, 2004). Quando uma planta tem seu ápice podado, a produção de auxina é suprimida, fazendo com que a citocinina passe a atuar sobre o desenvolvimento das gemas laterais (DINIZ et al., 2004; SHIMIZU-SATO; MORRI, 2001; TAIZ; ZEIGER, 2004).

Em algumas frutíferas, como o mamão, por exemplo, a poda drástica, comumente conhecida como recepa, não é realizada como manejo para o aumento da produtividade ou indução do crescimento dos ramos laterais, pois esta prática pode ocasionar a morte da planta (RAJEEVAN; PANDEY, 1986). Por outro lado, para outras frutíferas como a figueira, o pessegueiro e o cafeeiro, por exemplo, somente a poda drástica possui grande efeito no aumento do vigor das brotações, além de acarretar no aumento da produtividade (BORBA; SCARPARE FILHO; KLUGE, 2005; NIENOW et al., 2006; QUEIROZ-VOLTAN et al., 2006).

López et al. (2002) estudaram o efeito da poda de cladódios de *S. megalanthus* de diferentes tamanhos na emissão de botões florais. Estes autores observaram efeito significativo da poda de cladódios da pitaya amarela na emissão de botões florais, as plantas que receberam a poda apresentaram maior número de botões florais do que as plantas que não foram podadas. Da mesma maneira, Brito (2019) observou que a poda drástica em plantas de *S. undatus* favoreceu a emissão de novos brotos vegetativos, enquanto a poda menos drástica proporcionou maior número de flores e frutos, maior produtividade e maior massa de frutos.

Neste sentido, uma poda leve ou somente o desponte dos cladódios não devem ser suficientes para interferir na síntese de auxinas em plantas de pitaya a ponto de acarretar na produção de novos brotos ou no aumento da produtividade. Talvez uma poda mais drástica, eliminando grande parte dos cladódios das plantas de pitaya, seja necessária para modificar a relação auxina:giberelina e aumentar a emissão de brotos vegetativos e reprodutivos.

Apesar da ausência do efeito do desponte, houve diferenças significativas entre os genótipos para a maioria das variáveis avaliadas (Tabela 2.1 e 2.2). Para a primeira avaliação do efeito do desponte na emissão de gemas, a BRS Âmbar do Cerrado apresentou maior emissão de gemas vegetativas nos cladódios que foram submetidos ao desponte, com média de 1,96 gemas por cladódio (Tabela 2.3). Esta diferença era esperada pois o genótipo da espécie *S. megalanthus* começou a produzir frutos mais tardiamente quando comparada aos outros

genótipos. Enquanto os outros genótipos já estavam produzindo frutos, a BRS Âmba do Cerrado ainda estava incrementando o seu crescimento vegetativo, fator claramente visualizado a campo.

Para os cladódios que não foram submetidos a poda, apesar de a BRS Âmba do Cerrado ter apresentado maior valor que os demais genótipos na primeira avaliação (1,14), não houve diferença significativa para o número de gemas vegetativas (Tabela 2.3). Do mesmo modo, não houve diferenças significativas na emissão de gemas reprodutivas entre os genótipos na primeira avaliação, valores que variaram de 0,71 a 3,39 gemas reprodutivas por cladódio (Tabela 2.3).

Para a segunda data de avaliação, houve diferença significativa entre os genótipos apenas para o número de gemas vegetativas submetidos ao desponete. A BRS Âmba do Cerrado com média de 3,16 gemas vegetativas por cladódio mostrou-se superior à CPAC Roxa, BRS Lua do Cerrado e BRS Luz do Cerrado que apresentaram número de gemas vegetativas variando de 0,71 a 0,97 (Tabela 2.3).

Na terceira avaliação, o número de gemas vegetativas foi diferente entre os genótipos apenas para os cladódios submetidos ao desponete (Tabela 2.3). A BRS Âmba do Cerrado, com 3,45 gemas vegetativas por cladódio foi superior à BRS Lua do Cerrado, BRS Luz do Cerrado e BRS Granada do Cerrado, as quais apresentaram média de 0,71 gemas vegetativas por cladódio. A CPAC Roxa e a BRS Minipitaya do Cerrado com número de gemas vegetativas de 0,97 e 1,41, respectivamente, não diferiram estatisticamente dos demais genótipos (Tabela 2.3). Para os cladódios sem desponete os genótipos não diferiram entre si para o número de gemas vegetativas, apresentando valores que variaram de 0,71 a 2,76.

Para a variável número de gemas reprodutivas na terceira avaliação, não houve diferença significativa entre os seis genótipos avaliados para os cladódios submetidos ao desponete, os quais apresentaram valores variando de 1,41 a 3,31 (Tabela 2.3). Por outro lado, houve

diferença significativa entre os genótipos para o número de gemas reprodutivas nos cladódios que não foram submetidos ao desponte. A CPAC Roxa apresentou o maior número de gemas reprodutivas nos cladódios sem desponte na terceira avaliação. Com 4,09 gemas reprodutivas por cladódio, este genótipo diferiu estatisticamente da BRS Luz do Cerrado, BRS Âmbar do Cerrado e BRS Minipitaya do Cerrado, as quais apresentaram valores variando de 0,97 à 1,41 gemas (Tabela 2.3).

Com base nos resultados observados, verifica-se que os seis genótipos de pitaya desenvolvidos pela Embrapa Cerrados diferem entre si quanto ao número de gemas vegetativas e reprodutivas emitidas durante o desenvolvimento das plantas. Estas diferenças são explicadas devido às diferenças de fenologia que existem entre as espécies estudadas.

Apesar de não terem sido observadas diferenças significativas na emissão de gemas vegetativas e reprodutivas devido ao efeito do desponte, sugere-se a condução de novos estudos a fim de se uniformizar melhor a escolha dos pares de cladódios entre as plantas avaliadas, com o intuito de eliminar possíveis fatores de variação que possam ter influenciado nos resultados obtidos no presente experimento.

Tabela 2.3 – Valores médios para a primeira, segunda e terceira avaliação do o número médio de gemas vegetativas (GV) e gemas reprodutivas (GR) emitidas em cladódios de seis genótipos de pitaya submetidos ou não ao desponte. Planaltina – DF, 2021.

Genótipo	1ª avaliação				2ª avaliação				3ª avaliação			
	GV		GR		GV		GR		GV		GR	
	Com Desponte	Sem Desponte										
CPAC Roxa	0,71 a	0,71 a	2,88 a	3,39 a	0,97 a	0,71 a	3,93 a	3,34 a	0,97 ab	0,71 a	3,31 a	4,09 b
BRS GC	0,71 a	0,71 a	1,40 a	0,71 a	0,71 a	0,97 a	2,39 a	1,81 a	0,71 a	0,97 a	1,67 a	2,39 ab
BRS LC	0,71 a	0,71 a	1,67 a	1,73 a	1,14 ab	1,41 a	2,71 a	3,24 a	0,71 a	1,29 a	2,83 a	2,30 ab
BRS LZC	0,71 a	0,71 a	1,40 a	1,53 a	0,71 a	1,67 a	3,04 a	2,77 a	0,71 a	1,41 a	1,55 a	1,41 a
BRS MPC	0,71 a	0,71 a	0,71 a	0,71 a	1,41 ab	0,97 a	3,32 a	3,57 a	1,41 ab	0,97 a	1,63 a	0,97 a
BRS AC	1,96 b	1,14 a	1,89 a	1,40 a	3,16 b	2,33 a	2,32 a	2,25 a	3,45 b	2,76 a	1,41 a	1,29 a

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

2.4 CONCLUSÃO

O desponte de cladódios não teve efeito na emissão de gemas vegetativas e reprodutivas nos seis genótipos de pitaya avaliados.

O desponde de cladódios não apresentou efeito significativo sobre o número de frutos por planta, bem como sobre o diâmetro, comprimento e massa dos frutos de pitaya.

Os seis genótipos de pitaya diferem entre si quanto ao número de gemas vegetativas e reprodutivas emitidas após o desponte.

O número de gemas vegetativas e reprodutivas emitidas nos seis genótipos de pitaya diferem conforme os períodos de avaliação.

O genótipo BRS Âmbar do Cerrado emitiu maior número de gemas vegetativas após o desponte de cladódios em todas as avaliações.

O genótipo CPAC Roxa emitiu maior número de gemas vegetativas na terceira avaliação.

2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, R. A.; MARTINS, A. B. G.; SILVA, M. T. H. Influência da fonte de material e do tempo de cura na propagação vegetativa da pitaya vermelha (*Hylocereus undatus* Haw).

Revista Brasileira de Fruticultura, v. 29, p. 183-186, 2007.

BORBA, M. R. C.; SCARPARE FILHO, J. A.; KLUGE, R. A. Teores de carboidratos em pessegueiros submetidos a diferentes intensidades de poda verde em clima tropical. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, p. 68-72, 2005.

BRITO, L. P. S. **Poda, tamanho e inserção de cladódios na produção de pitaya (*Hylocereus* sp.) Lavras-MG**. Orientador: José Darlan Ramos. 2019. 76p. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2019.

CAVALCANTE, I. 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 de Fruticultura**, v. 33, p. 970-983, 2011.

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

DERAL. Departamento de Economia Rural. **Fruticultura: Análise da Conjuntura**. Curitiba: DERAL, 2020.

DINIZ, J. D. N.; GOMES, S. O.; INNECCO, R.; ALMEIDA, J. L.; COSTA, J. T. A. Avaliação dos efeitos da quebra da dominância apical e do BAP na multiplicação in vitro de *Heliconia stricta* Huber. **Revista Ciência Agronômica**, v. 35, p. 232-237, 2004.

FARIAS, W. C. **Características fenológicas e produtivas da goiabeira "Paluma" podada em diferentes épocas e intensidade no município de Mossoró – RN**. Orientador: Vander Mendonça. 2015. 58p. Dissertação de Mestrado. Pós-graduação em Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2015.

GARCIA, C. H. Tabelas para classificação do coeficiente de variação. **Circular Técnica/IPEF**, Piracicaba, n. 171, novembro, 1989.

GIAMPAN, J. S.; CERQUEIRA, T. S.; JACOMINO, A. P.; REZENDE, J. A. M.; SASAKI, F. F. Indução de brotos laterais de mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, p. 185-187, 2005.

GOMES, F. P. O índice de variação, um substituto vantajoso do coeficiente de variação. **Circular Técnica/IPEF**, Piracicaba, n. 178, maio, 1991.

HAWERROTH, F. J.; PETRI, J. L.; JOSÉ CARLOS FACHINELLO, J. C.; HERTER, F. G.; PREZOTTO, M. E.; HASS, L. B.; PRETTO, A. Redução da poda hiberna e aumento da

produção de pereiras 'Hosui' pelo uso de prohexadiona cálcio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, p.939-947, 2012.

JIANG, Y. L.; LIAO, Y. Y.; LIN, M. T.; YANG, W. J. Bud Development in Response to Night-breaking Treatment in the Noninductive Period in Red Pitaya (*Hylocereus* sp.). **HortScience**, v. 51, p. 690-696, 2016.

JIANG, Y. L.; LIN, T. S.; LEE, C. L.; YEN, C. R.; YANG, W. J. Phenology, canopy composition, and fruit quality of yellow pitaya in tropical Taiwan. **HortScience**, v. 46, p. 1497-1502, 2011.

JUNQUEIRA, K. P.; JUNQUEIRA, N. T. V.; RAMOS, J. D.; PEREIRA, A. V. Informações preliminares sobre uma espécie de pitaya do Cerrado. **Documentos EMBRAPA Cerrados**, Planaltina, n. 62, dezembro, 2002.

KHAIMOV, A.; MIZRAHI, Y. Effects of day-length, radiation, flower thinning and growth regulators on flowering of the vine cacti *Hylocereus undatus* and *Selenicereus megalanthus*. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v. 81, p. 465-470, 2006.

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

LE CLERG, E. L. Significance of experimental design in plant breeding. *In*: Plant breeding symposium, 1967, Ames. **Anais...** Ames: Iowa State University, 1967.

LÓPEZ, F. C.; ARBÉLAEZ, S. M.; GARZÓN, S. I.; CAMACHO, G. Evaluation of effect the pruning and fertilization with potassium in floral induction in yellow pitaya (*Selenicereus megalanthus* Schumman). **Revista U. D. C. A Actualidad & Divulgación Científica**, v. 5, p. 74-82, 2002.

MIKA, A. Physiological responses of fruit trees to pruning. **Horticultural Reviews**, v. 8, p. 337-378, 1986.

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.

NIENOW, A. A.; CHAVES, A.; LAJÚS, C. R.; CALVETE, E. O. Produção da figueira em ambiente protegido submetida a diferentes épocas de poda e número de ramos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, p. 421-424, 2006.

ONO, E. O.; GRANA JÚNIOR, J. F.; RODRIGUES, J. D. Reguladores vegetais na quebra da dominância apical de mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, p. 348-350, 2004.

ORT, D. R.; BAKER, N. R. Consideration of photosynthetic efficiency at low light as a major determinant of crop photosynthetic performance. **Plant Physiology Biochemistry**, v. 26, p. 555-565, 1988.

QUEIROZ-VOLTAN, R. B.; CABRAL, L. P.; PARADELA FILHO, O.; FAZUOLI, L. C. Eficiência da poda em cafeeiros no controle da *Xylella fastidiosa*. **Bragantia**, v. 65, p. 433-440, 2006.

RAJEEVAN, M. S.; PANDEY, R. M. Lateral bud culture of papaya (*Carica papaya* L.) for clonal propagation. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 06, p. 181-188, 1986.

RAMOS, J. D.; LAREDO, R. R.; SANTOS, V. A.; OLIVEIRA, E. R.; MORAES, K. S.; TOSTES, N. V. Desponte de Cladódios de Pitaia Vermelha de Polpa Branca. **Uniciências**, v. 22, p. 8-11, 2018.

ROBINSON, T. L.; WÜNSCHE, J.; LAKSO, A. The influence of orchard system and pruning severity on yield, light interception, conversion efficiency, partitioning index and leaf area index. **Acta Horticulturae**, v. 349, p. 123-128, 1993.

SHIMIZU-SATO, S.; MORI, H. Control of outgrowth and dormancy in axillary buds. **Plant Physiology**, v. 127, p. 1405-1413, 2001.

SILVA, L. G.; MENDES, I. C.; REIS JÚNIOR, F. B.; FERNANDES, M. F.; MELO, J. T.; KATO, E. Atributos físicos, químicos e biológicos de um Latossolo de Cerrado sob plantio de espécies florestais. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/EMBRAPA Cerrados**, Planaltina, n. 256, junho, 2009.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1980.

STORCK, L.; OLIVEIRA, S. J. R. de; GARCIA, D. C.; BISOGNIN, D. A. Comprimento e largura do tamanho ótimo da parcela experimental em batata. **Ciência Rural**, v. 35, p.1043-1048, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Citocininas: reguladores de crescimento. In: **Fisiologia vegetal**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 517-539.

**CAPÍTULO 3 - CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DOS FRUTOS DE
GENÓTIPOS DE PITAYA CULTIVADAS NA REGIÃO DO CERRADO DO
PLANALTO CENTRAL BRASILEIRO**

**CHAPTER 3 - PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF FRUITS FROM
PITAYA GENOTYPES CROPPED IN THE BRAZILIAN CERRADO REGION**

RESUMO

Estudos relacionados às características físico-químicas dos frutos são de suma importância, uma vez que estes atributos estão correlacionados à percepção de qualidade pelo consumidor. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo avaliar as características físico-químicas dos frutos de seis genótipos de pitaya desenvolvidos pela Embrapa Cerrados. Os seis genótipos de pitaya avaliados foram: BRS Luz do Cerrado (BRS LZC) (*Selenicereus undatus*), BRS Lua do Cerrado (BRS LC) (*S. undatus*), CPAC Roxa (*S. costaricensis*), BRS Granada do Cerrado (BRS GC) (*S. undatus* x *S. costaricensis*), BRS Minipitaya do Cerrado (BRS MPC) (*S. setaceus*) e BRS Âmbar do Cerrado (BRS AC) (*S. megalanthus*). Foram avaliadas as seguintes características físico-químicas dos frutos: diâmetro (DF), comprimento (CF), relação comprimento/diâmetro (CF/DF), massa total (MT), número de brácteas (NBRA), volume do fruto (VFRU), relação número de brácteas/volume do fruto (NBRA/VFRU), massa da casca (MCAS), massa da polpa (MPOL), rendimento de polpa (REPOL), espessura da casca (ESPC), firmeza da casca através da força inicial e pico de força da casca (FOINC e PIFOC), firmeza da polpa pela força inicial e pico de força da polpa (FOINP e PIFOP), luminosidade da casca e da polpa (L*CASC e L*POL), a* de casca e polpa (a*CASC e a*POL), b* de casca e de polpa (b*CASC e b*POL), cromaticidade da casca e da polpa (C*CASC e C*POL), ângulo hue da casca e da polpa (h*CASC e h*POL), sólidos solúveis da parte central e total do fruto (TSSC e TSST), acidez titulável (AT), “ratio” (TSST/AT) e pH. Os dois genótipos da espécie *S. undatus* apresentaram os frutos maiores e mais pesados. A relação CF/DF mostrou que os frutos da CPAC Roxa e BRS GC possuem formato mais arredondado, contrastando com a BRS AC que possui frutos tipicamente ovalados. Os menores valores para NBRA foram observados na BRS LZC, BRS LC e BRS GC. Os maiores valores de VFRU foram da BRS LZC e BRS LC. A BRS LZC apresentou o maior MCASC e, juntamente com a BRS LC, apresentaram maior valor de MPOL. Os maiores valores para rendimento de polpa obtidos foram da BRS LZC, BRS LC e BRS GC. A BRS AC e BRS MPC apresentaram menores valores de ESPC. A BRS MPC obteve os menores valores para FOINC e PIFOC, enquanto a BRS AC apresentou casca mais firme que as demais. As variáveis a*CASC e b*CASC indicaram que a maioria dos genótipos possuem casca em tons de vermelho, com exceção da BRS AC, a qual demonstrou casca amarela. A CPAC Roxa e a BRS GC foram as únicas a apresentar polpa vermelha. Os maiores valores para TSSC e TSST observados foram para a BRS AC. AT mais elevada foi observada na CPAC Roxa, na BRS GC e na BRS AC. A BRS MPC apresentou o maior valor para “ratio”. A BRS AC exibiu o menor valor de pH. Os resultados do presente trabalho evidenciam a alta diversidade dos frutos dos genótipos de pitaya desenvolvidos pela Embrapa Cerrados, sendo, então, alternativas para o cultivo e comercialização para diferentes nichos de mercado.

Palavras-chave: *Hylocereus* sp., *Selenicereus* sp., Cactaceae, qualidade de frutos, pós-colheita.

ABSTRACT

Studies related to the physicochemical characteristics of the fruits are very important, because these attributes are correlated with the perception of quality by the consumer. This work had the goal to evaluate the physicochemical characteristics of the fruits of six pitaya genotypes developed by Embrapa Cerrados. Six pitaya genotypes evaluated were: BRS Luz do Cerrado (BRS LZC) (*Selenicereus undatus*), BRS Lua do Cerrado (BRS LC) (*S. undatus*), CPAC Roxa (*S. costaricensis*), BRS Cerrado Granada (BRS GC) (*S. undatus* x *S. costaricensis*), BRS Minipitaya do Cerrado (BRS MPC) (*S. setaceus*) and BRS Ambar do Cerrado (BRS AC) (*S. megalanthus*). The following fruit physicochemical characteristics were evaluated: diameter (DF), length (CF), length/diameter ratio (CF/DF), total mass (MT), number of bracts (NBRA), fruit volume (VFRU), number of bracts/fruit volume (NBRA/VFRU), peel mass (MCAS), pulp mass (MPOL), pulp yield (REPOL), skin thickness (ESPC), peel firmness through initial force and peak of force (FOINC and PIFOC), pulp firmness by initial force and peak of force (FOINP and PIFOP), peel and pulp luminosity (L*CASC and L*POL), peel and pulp a* (a*CASC and a*POL), peel and pulp b* (b*CASC and b*POL), peel and pulp chromaticity (C*CASC and C*POL), peel and pulp hue angle (h*CASC and h*POL), soluble solids content of the central and total part of the fruit (TSSC and TSST), titratable acidity (AT), ratio (TSSC/TSST) and pH. The two genotypes of the species *S. undatus* had the largest and heaviest fruits. The CF/DF ratio showed that the fruits of CPAC Roxa and BRS GC have a more rounded shape, in contrast to BRS AC, which has typically oval fruits. The lowest values for NBRA were observed in BRS LZC, BRS LC and BRS GC. The highest VFRU values were from BRS LZC and BRS LC. BRS LZC showed the highest MCASC and, together with BRS LC, showed the highest MPOL values. The highest values for pulp yield obtained were from BRS LZC, BRS LC and BRS GC. BRS AC and BRS MPC had lower ESPC values. BRS MPC had the lowest values for FOINC and PIFOC, while BRS AC had a firmer skin than the others. The variables a*CASC and b*CASC indicated that most of the genotypes have red skin tones, with the exception of BRS AC, which showed yellow skin. The CPAC Roxa and BRS GC genotypes were the only ones to present red pulp. The highest values for TSSC and TSST were observed for BRS AC. Higher AT was observed in CPAC Roxa, BRS GC and BRS AC genotypes. BRS MPC presented the highest value for “ratio”. BRS AC showed the lowest pH value. The results of the present work show the high diversity of the fruits of the pitaya genotypes developed by Embrapa Cerrados, being, therefore, options for cropping and commercialization different markets.

Key words: *Hylocereus* sp., *Selenicereus* sp., Cactaceae, fruit quality, postharvest.

3.1 INTRODUÇÃO

A pitaya (*Hylocereus* sp. e *Selenicereus* sp.) é uma cactácea originada das florestas tropicais e subtropicais das Américas, sendo popularmente conhecida como “Fruta do Dragão” devido às suas características visuais peculiares (BARTHLOTT; HUNT, 1993; MERTEN, 2003; MIZRAHI; NERD, 1999). É uma planta herbácea, perene, de hábito trepador, encontrada naturalmente sob troncos de árvores e pedras, onde lança as suas raízes adventícias para fixação e extração de água e nutrientes (CANTO et al., 1993; MIZRAHI; NERD; NOBEL, 1997). Os frutos da pitaya são globulosos ou ovalados, de casca vermelha ou amarela, com brácteas sobrejacentes que os tornam muito atrativos visualmente (CANTO et al., 1993; HERNÁNDEZ; SALAZAR, 2012; JUNQUEIRA et al., 2010).

O cultivo mundial de pitaya tem aumentado ano após ano por ser uma ótima opção para cultivo em solos pedregosos e arenosos, além da baixa exigência nutricional e, também, à alta capacidade de resistência à baixa disponibilidade hídrica (JUNQUEIRA et al., 2010; JUNQUEIRA et al., 2002). Além disso, o aumento crescente da ideologia de alimentação saudável e funcional por parte da população mundial vem aumentando o consumo de frutas, cabendo ao produtor rural, aumentar a variabilidade de produtos as serem fornecidos ao mercado consumidor (BASTOS et al., 2006; SILVA et al., 2011).

Neste sentido, a pitaya tem sido uma ótima opção para essa diversificação de produtos, pois, além de serem muito atrativos visualmente, seus frutos possuem inúmeras qualidades nutricionais e funcionais, auxiliando no bom funcionamento do sistema digestivo e na redução da resistência à insulina, além de possuir características anti-inflamatórias e antioxidantes (COELHO et al., 2020; IBRAHIM et al., 2018; POOLSUP; SUKSOMBOON; PAW, 2017).

Seguindo o padrão mundial, o cultivo de pitaya no Brasil também sofreu aumento considerável nos últimos 15 anos (PROHORT, 2019). Porém, até os últimos anos, ainda não haviam variedades comerciais de pitaya registradas perante o Ministério da Agricultura (LIMA, 2013; JUNQUEIRA et al., 2010). Para que uma planta expresse todo o seu potencial produtivo de frutos de ótima qualidade, é fundamental a utilização de variedades geneticamente superiores e adaptadas as condições edafoclimáticas da região de cultivo, fornecendo as condições necessárias para o seu perfeito desenvolvimento e produção (LIMA, 2013; REYNERSTON et al., 2008). Neste sentido, a Embrapa Cerrados iniciou, na década de 1990, um programa de melhoramento genético para o desenvolvimento de variedades comerciais de pitaya adaptadas às diferentes condições edafoclimáticas do território brasileiro (LIMA, 2013).

O programa de melhoramento de pitaya da Embrapa Cerrados deu origem à seis genótipos superiores de cinco espécies diferentes de pitaya, os quais se apresentaram adaptadas para o cultivo na região do Cerrado Brasileiro. De modo a fornecer aos produtores rurais maiores informações sobre esses genótipos, estudos visando avaliar as características física e físico-químicas desses genótipos são de extrema importância, para que, com base nessas informações, o produtor rural possa escolher o material que mais se encaixe na demanda do seu mercado consumidor. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo realizar a avaliação das características físico-químicas dos seis genótipos de pitaya desenvolvidos pelo programa de melhoramento genético realizado na Embrapa Cerrados.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados os frutos de seis genótipos de pitaya desenvolvidos pela Embrapa Cerrados, sendo eles: BRS Lua do Cerrado e BRS Luz do Cerrado, ambas da espécie *Selenicereus undatus* que é caracterizada por frutos de polpa branca e casca vermelha sem espinhos; BRS Minipitaya do Cerrado (*S. setaceus*), a qual apresenta frutos de polpa branca e casca vermelha com espinhos; BRS Âmbar do Cerrado (*S. megalanthus*), com frutos de polpa branca e casca amarela com espinhos; BRS Granada do Cerrado (*S. undatus* x *S. costaricensis*) e CPAC Roxa (*S. costaricensis*), ambas com frutos de polpa vermelha e casca vermelha sem espinhos.

Os frutos foram produzidos na área experimental de pitaya instalada na Unidade de Apoio da Fruticultura da Embrapa Cerrados no município de Planaltina, DF, localizada na região do Planalto Central Brasileiro, à 15°35'30" de latitude Sul, 47°42'30" de longitude Oeste e 1.007 m de altitude. Segundo a classificação de Köppen, o clima é tipificado como Tropical Estacional (Aw) com duas estações bem definidas: uma estação seca, que se estende do mês de maio à setembro, e outra chuvosa, que se estende de outubro a abril, com precipitação média anual de 1500 mm. As médias de temperatura variam de 15,9°C nos meses mais frios à 26,4°C nos meses mais quentes (SILVA et al., 2009).

Em agosto de 2017, cerca de sete meses antes da implantação do pomar, foi realizada a calagem do solo, com a aplicação de 5 ton.ha⁻¹ de calcário dolomítico com PRNT de 80%. Na sequência, foram feitas a gradagem e o nivelamento mecanizados do solo. Três meses antes do transplante realizou-se a adubação para fornecimento de fósforo, potássio e micronutrientes através da aplicação de 1 kg.m⁻¹ de Yoorim Master® nas linhas onde as mudas seriam transplantadas. Além disso, aplicou-se 5 kg.m⁻¹ de esterco de gado curtido. Após a aplicação da

adubação química e orgânica foi feita a incorporação destes produtos ao solo com o auxílio de uma grade rotativa.

O pomar foi instalado em março de 2018 utilizando-se de estacas provenientes de cladódios dos seis genótipo superiores. O delineamento utilizado foi de blocos casualizados com duas repetições, com dez plantas por repetição. As mudas foram conduzidas por tutoramento de um fuste único em postes de concreto armado. Após chegarem ao ápice do poste, os cladódios foram apoiados em um pneu de moto sustentado por uma cruzeta de ferro, permitindo a formação da copa das plantas. O espaçamento utilizado foi de quatro metros entre linhas e três metros entre plantas.

Foram realizadas adubações orgânicas anuais com a aplicação de cerca de 20 L de esterco de gado.planta⁻¹. Houve também adubações químicas mensais via aspersão foliar, via irrigação ou por cobertura, visando o suprimento de macro e micronutrientes às plantas tanto no período reprodutivo como no período vegetativo. Além disso, conservou-se o “mulching” com palhada de seringueira ou cana-de-açúcar a fim de impedir o crescimento de plantas daninhas nas linhas de transplante e manter a umidade e temperatura do solo em condições ideais.

O pomar foi mantido a pleno sol e sob irrigação pelo sistema de microaspersão. No período de seca foram realizadas irrigações semanais com uma lâmina d'água de 20 mm a fim de suprir a demanda de água das plantas de pitaya no período de ausência de chuvas na região. O fornecimento de água via irrigação no período de chuvas foi realizado somente quando ocorria ausência de chuvas no período de uma semana.

A colheita dos frutos para a realização das análises físico-químicas foi realizada nos dias 25 de março de 2021 para a BRS Âmbar do Cerrado e no dia 21 de janeiro de 2021 para as demais, ou seja, cerca de três anos após o transplante das mudas.

Após a colheita dos frutos em estágio de maturação completa, realizou-se uma seleção de 16 frutos que representassem, de maneira visual, os padrões de tamanho, massa e coloração de

cada um dos seis genótipos. Os frutos foram levados para o Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Embrapa Cerrados, onde foram lavados com água corrente para eliminar qualquer impureza externa que pudesse interferir nas análises físicas, químicas e de coloração que se seguiriam. Uma vez que os frutos maduros estavam limpos, procedeu-se a secagem cuidadosa com papel toalha para retirar o excesso de água e iniciar as avaliações.

O diâmetro (DF) e comprimento (CF) dos frutos foram avaliados com o auxílio de um paquímetro digital. Após a obtenção desses valores, calculou-se a relação comprimento/diâmetro (CF/DF) para um maior entendimento do formato predominante dos frutos de cada genótipo. Além disso, obteve-se a massa total (MT) de cada fruto em uma balança analítica de precisão.

O número de brácteas (NBRAC) por fruto foi obtido através da contagem do número total de brácteas de cada fruto. Para a avaliação do volume dos frutos (VFRU), utilizou-se de uma proveta de vidro com um volume de água conhecido, o qual foi chamado de volume inicial. Os frutos foram inseridos dentro da proveta, um por vez, sendo anotado o volume final (fruto + água) para cada fruto (Figura 3.1). Foi considerado como volume do fruto o resultado da diferença entre volume final (água + fruto) e o volume inicial (composto apenas de água) de cada fruto. Foi calculada, também, a relação do número de brácteas pelo volume do fruto (NBRAC/VFRU).

A textura da casca foi realizada com o auxílio de um texturômetro digital da marca Brookfield® com ponteira de acrílico pontiaguda. Utilizando-se de uma profundidade de penetração de 5mm à uma velocidade de $10\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$. Os frutos foram dispostos na base de apoio do aparelho de forma centralizada para que a medição fosse realizada na região equatorial do fruto (Figura 3.1). Após serem coletados os dados de força inicial da casca (FOINC) e pico de força da casca (PIFOC), procedeu-se o corte transversal do fruto para análise da força inicial da polpa (FOINP) e pico de força da polpa (PIFOP) (Figura 3.1).

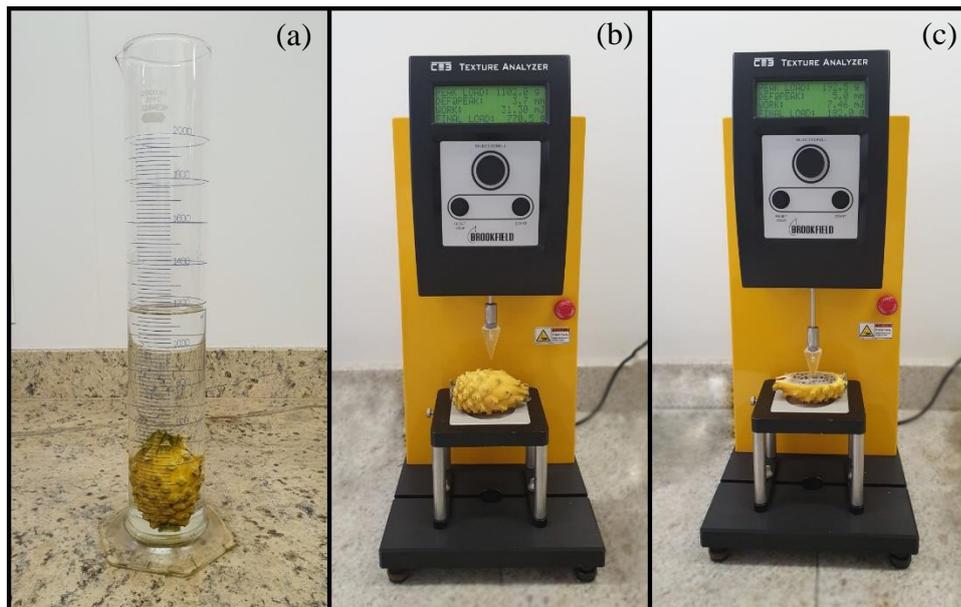


Figura 3.1 - Avaliação do volume (a), firmeza de casca (b) e firmeza de polpa (c) dos frutos de seis genótipos de pitaya. Planaltina, DF.

As variáveis de coloração da polpa e da casca foram obtidas por reflectometria com o auxílio do aplicativo Color Grab® associado à um dispositivo móvel (Figura 3.2). As medições foram realizadas sempre na parte equatorial da casca, evitando-se abranger as brácteas, e na parte central da polpa dos frutos. O software registra as informações coletadas conforme o sistema de espaço de cores CIELAB (1976), fornecendo os valores para luminosidade (L^*), o grau de variação entre verde e vermelho (a^*) e o grau de variação entre azul e amarelo (b^*). Neste sentido, obteve-se os valores para L^* da casca (L^*_{CASC}) e da polpa (L^*_{POL}); a^* da casca (a^*_{CASC}) e da polpa (a^*_{POL}) e b^* da casca (b^*_{CASC}) e da polpa (b^*_{POL}). De posse desses valores foi possível calcular a cromaticidade de casca (C^*_{CASC}) e polpa (C^*_{POL}) e o ângulo de matiz para casca (h^*_{CASC}) e polpa (h^*_{POL}), segundo as fórmulas abaixo (MCGUIRE, 1992):

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$$

$$h^* = \tan^{-1} \frac{b^*}{a^*}$$

O teor de sólido solúveis central (TSSC) e total dos frutos (TSST) foi realizado com o auxílio de um refratômetro portátil da marca Hanna®. Para o teor de sólidos solúveis central procedeu-se a raspagem da região central da polpa dos frutos previamente cortados para as análises de textura e coloração. Para o teor de sólidos solúveis total, também foi realizada a raspagem da polpa com o auxílio de uma espátula metálica, porém, retirando-se o conteúdo de polpa desde a parte apical até a parte basal do fruto, realizando-se a homogeneização do conteúdo antes de proceder a leitura pelo refratômetro, tomando-se o cuidado de não introduzir resíduos sólidos na lente do leitor (Figura 3.2).

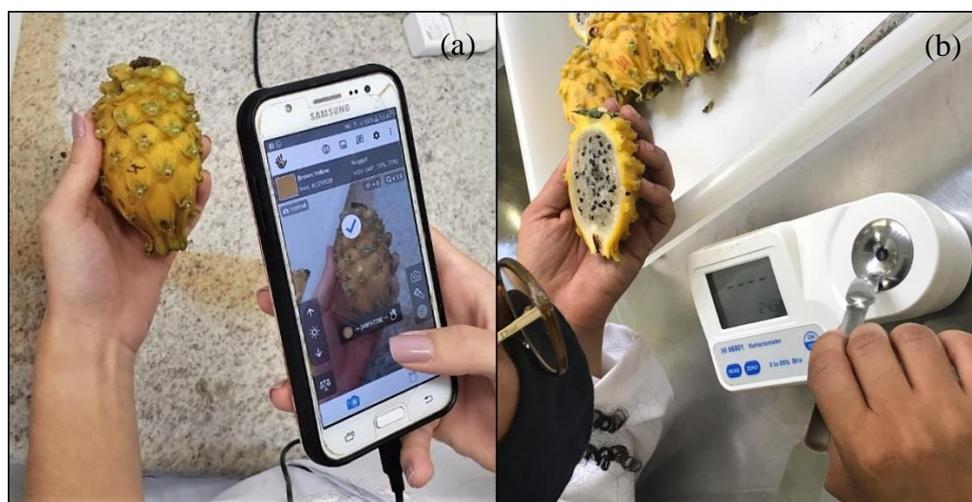


Figura 3.2 – Análise da coloração de casca (a) e do teor de sólidos solúveis (b) em frutos de seis genótipos de pitaya. Planaltina – DF.

Após as leituras dos teores de sólidos solúveis, procedeu-se a separação da polpa e da casca dos frutos para ser realizada as avaliações da massa da casca (MCAS) e massa da polpa (MPOL), com o auxílio de uma balança analítica de precisão, e da espessura da casca (ESPC) com o auxílio de um paquímetro digital. A partir dos dados de massa da polpa e massa total dos frutos, foi realizado o cálculo de rendimento de polpa (REPOL) para avaliar qual a porcentagem de polpa em relação à massa total fruto.

Para a na análise da acidez titulável (AT) e do pH (pH) foi realizada a homogeneização da polpa com o auxílio de um mixer. Pesou-se 10 g da polpa de cada fruto em um béquer plástico ao qual foram adicionados 90 mL de água destilada. Com o auxílio de um titulador da marca Metrohm® foi realizada a titulação com uma solução de hidróxido de sódio (NaOH) à 0,1 N (Figura 3.3). O resultado da acidez titulável foi expresso em porcentagem de ácido cítrico seguindo-se a fórmula recomendada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, a qual segue abaixo:

$$\% \text{ de ácido cítrico titulável} = \frac{V \times N \times Eq}{10 \times m}$$

Onde:

V = volume de NaOH gasto na titulação (mL);

N = concentração da solução;

Eq = equivalente do ácido cítrico (64);

m = peso da amostra de polpa.

O pH das amostras foi determinado com o auxílio de medidor de pH da marca Hanna Instruments, modelo HI 9321, calibrado periodicamente (Figura 3.3).

Após a obtenção dos dados de todas as variáveis, os dados foram tabulados e submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey à 1% de significância, com o auxílio do programa SISVAR®.



Figura 3.3 – Titulador da marca Metrohm (a) e medidor de pH da marca Hanna (b) utilizados para avaliação da acidez titulável e pH dos frutos de seis espécies de pitaya. Planaltina – DF.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância apresentou diferenças altamente significativas entre os seis genótipos de pitaya para todas as características físico-químicas avaliadas (Tabela 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4). De acordo com Junqueira et al. (2002) as espécies de pitaya apresentam grande diversidade quanto às características físicas como, por exemplo, o formato do fruto, coloração da casca e da polpa e presença ou ausência de espinhos. Além das características físicas, é encontrada grande diversidade quando são avaliadas as características físico-químicas dos frutos, tais como: teor de sólidos solúveis, acidez titulável e pH, acarretando em alta variabilidade genética entre as espécies de pitaya existente (LIMA; FALEIRO; JUNQUEIRA, 2013).

As diferenças entre as características físico-químicas dos genótipos de pitaya analisados no presente estudo são explicadas por suas diferenças genéticas. Além da variabilidade genética existente, outras causas para as variações nas características físicas e físico-químicas dos frutos podem ser as diferentes condições climáticas observadas entre as mais variadas regiões de cultivo (CHU; CHANG, 2020), a época de colheita (JIANG et al., 2011), estágio de maturação dos frutos (MAGALHÃES et al., 2019), manejo da adubação (FERNANDES et al., 2018) e fonte de pólen durante a polinização (MENEZES et al., 2015a).

Os dados climáticos e pluviométricos do período de produção dos frutos foram obtidos na estação climatológica da Embrapa Cerrados. Não houve períodos de estresse devido à temperatura, regularidade pluviométrica e radiação solar durante o período de produção dos frutos do presente trabalho. Devido a isso, pode-se inferir que as condições climáticas foram favoráveis para o ótimo desenvolvimento das plantas e formação dos frutos de pitaya.

Tabela 3.1 – Resumo da análise de variância para comprimento (CF), diâmetro (DF), relação comprimento/diâmetro (CF/DF), massa total (MT), número de brácteas (NBRA), volume (VFRU) e relação número de brácteas/volume (NBRA/VFRU) dos frutos de seis genótipos de pitaya (*Hylocereus* sp., *Selenicereus* sp.). Planaltina – DF, 2021.

FV	GL	Quadrado Médio						
		CF (cm)	DF (cm)	CF/DF	MT (g)	NBRA	VFRU (mL)	NBRA/VFRU (n° mL ⁻¹)
Genótipos	5	122,19**	66,53**	1,87**	1004995,13**	2797,92**	1069926,62**	0,44**
Repetições	15	0,46	0,21	0,01	4510,62	9,04	4175,73	0,00
Erro	75	0,40	0,17	0,01	2710,87	13,79	2991,08	0,00
CV (%)		6,56	5,57	7,38	15,07	13,23	15,54	20,92
Média Geral		9,60	7,40	1,34	345,49	28,06	351,91	0,16

** significativo à 1% de probabilidade.

Tabela 3.2 – Resumo da análise de variância para espessura da casca (ESPC), massa da casca (MCAS), massa da polpa (MPOL), rendimento de polpa (REPOL), força inicial da casca (FOINC), pico de força da casca (PIFOC), força inicial da polpa (FOINP) e pico de força da polpa (PIFOP) dos frutos de seis genótipos de pitaya (*Hylocereus* sp., *Selenicereus* sp.). Planaltina – DF, 2021.

FV	GL	Quadrado Médio							
		ESPC (mm)	MCAS (g)	MPOL (g)	REPOL (%)	FOINC (N)	PIFOC (N)	FOINP (N)	PIFOP (N)
Genótipos	5	29,41**	95664,97**	491494,84**	731,38**	78,03*	59,91**	0,11**	0,10**
Repetições	15	0,26	339,33	2576,48	6,18	0,83	0,57	0,02	0,02
Erro	75	0,25	390,18	1720,87	15,88	1,08	1,4	0,03	0,04
CV (%)		16,95	16,71	18,25	6,31	15,15	18,6	10,55	12,22
Média Geral		2,96	118,23	227,26	63,15	6,89	6,35	1,64	1,58

*, ** significativo à 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.

Tabela 3.3 – Resumo da análise de variância para luminosidade da casca (L*CASC), a* da casca (a*CASC), b* da casca (b*CASC), cromaticidade da casca (C*CASC), ângulo hue da casca (h*CASC), luminosidade da polpa (L*POL), a* da polpa (a*POL), b* da polpa (b*POL), cromaticidade da polpa (C*POL) e ângulo hue da polpa (h*POL) dos frutos de seis genótipos de pitaya (*Hylocereus* sp., *Selenicereus* sp.). Planaltina – DF, 2021.

FV	GL	Quadrado Médio									
		L*CASC	a*CASC	b*CASC	C*CASC	h*CASC	L*POL	a*POL	b*POL	C*POL	h*POL
Genótipos	5	1975,14**	6651,29**	1539,89**	2645,03**	4390,43**	1027,21**	7500,35**	502,32**	3150,15**	9684,08**
Repetições	15	111,35	35,75	25,24	30,68	1277,66	65,12	22,61	4,32	20,98	30,79
Erro	75	40,99	35,12	19,72	36,04	1301,23	85,82	33,35	6,52	34,45	60,48
CV (%)		15,41	-	-	15,71	-	21,99	-	-	31,84	-
Média Geral		41,53	31,32	13,06	38,21	9,98	42,13	8,24	3,73	18,43	-35,84

** significativo à 1% de probabilidade.

Tabela 3.4 – Resumo da análise de variância para teor de sólidos solúveis central (TSSC), teor de sólidos solúveis total (TSST), acidez titulável (AT), “ratio” (TSST/AT) e pH dos frutos de seis genótipos de pitaya (*Hylocereus* sp., *Selenicereus* sp.). Planaltina – DF, 2021.

FV	GL	Quadrado Médio				
		TSSC (°Brix)	TSST (°Brix)	AT (% ác. cítrico)	TSST/AT	pH
Genótipos	5	125,93**	132,26**	0,02**	9669,57**	1,18**
Repetições	15	1,74	0,86	0,00	182,65	0,02
Erro	75	1,55	1,24	0,00	246,73	0,01
CV (%)		7,26	6,65	19,39	17,89	2,67
Média Geral		17,15	16,76	0,20	87,78	4,51

** significativo à 1% de probabilidade.

Das 30 variáveis analisadas no presente experimento, 27 apresentaram valores abaixo de 20% para o coeficiente de variação (Tabela 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4). Esses valores são considerados ótimos e bons (GOMES, 2000), sendo indicativos de uma precisão experimental variando de ótima a regular, segundo Ferreira (1991). Não foram relatados os valores de CV(%) para a^* , b^* e ângulo hue (h^*) por serem variáveis passíveis de assumir valores negativos. Segundo Mead; Curnow (1983), o CV(%) torna-se uma medida sem sentido no caso em que as observações experimentais envolvam valores positivos e negativos.

Os dois genótipos do gênero *S. undatus* apresentaram os maiores frutos dentre os seis genótipos estudados, com os maiores valores de diâmetro (DF) e comprimento (CF). Os valores médios para essas variáveis foram de 9,31cm e 13,10cm para a BRS Luz do Cerrado 9,67cm e 12,41cm para a BRS Lua do Cerrado, para diâmetro e comprimento, respectivamente (Tabela 3.5). Estes resultados mostram-se semelhantes aos observados por outros autores no estudo das características físico-químicas de *S. undatus* (CHIK et al., 2011; CORDEIRO et al., 2015; COSTA et al., 2015; FERNANDES et al., 2018; LIMA et al., 2014; MAGALHÃES et al., 2019; MENEZES et al., 2015b; YAH et al., 2008).

Os valores de diâmetro para a CPAC Roxa e a BRS Granada do Cerrado foram semelhantes entre si, apresentando valores médios de 7,51cm e 7,89cm, respectivamente (Tabela 3.5). Por outro lado, os dois genótipos de polpa vermelha diferiram entre si quanto aos valores de comprimento dos frutos, tendo a BRS Granada do Cerrado apresentado valores maiores (8,16cm) aos observados na CPAC Roxa (6,88), a qual, junto com a BRS Minipitaya do Cerrado, apresentou os menores valores. Estes valores mostraram-se inferiores aos observados por Sato et al. (2014) ao estudarem as características físico-químicas de frutos de *S. costaricensis* em três municípios do Estado do Pará, os quais encontraram valores variando de 9,12 cm a 9,36 cm para diâmetro e de 8,2 cm a 8,9 cm para comprimento.

A BRS Âmbar do Cerrado apresentou valores médios de 5,5 cm e 10,28 cm para diâmetro e comprimento, respectivamente, valores semelhantes aos encontrados em outros trabalhos para a mesma espécie (CHIK et al., 2011; JIANG et al., 2011) (Tabela 3.5).

A BRS Minipitaya do Cerrado apresentou os menores valores para diâmetro e comprimento dos frutos, 4,54 cm e 6,75cm, respectivamente (Tabela 3.5). Lima et al. (2014) estudando as características físico-químicas de 15 acessos de *S. setaceus*, observaram a existência de alta variabilidade genética intraespecífica. Os genótipos estudados apresentaram valores que variaram de 4,0 cm à 4,7 cm de diâmetro e de 6,8 cm a 9,0 cm de comprimento.

Tabela 3.5 – Valores médios do comprimento (CF), diâmetro (DF), relação comprimento/diâmetro (CF/DF), massa total (MT), número de brácteas (NBRA), volume (VFRU) e relação número de brácteas/volume (NBRA/VFRU) dos frutos de seis genótipos de pitaya (*Hylocereus* sp., *Selenicereus* sp.). Planaltina – DF, 2021.

Genótipos	CF (cm)	DF (cm)	CF/DF	MT (g)	NBRA	VFRU (mL)	NBRA/ VFRU (n°/mL)
BRS LZC	13,10 d*	9,31 d	1,41 c	634,35 d	19,19 a	664,06 d	0,03 a
BRS LC	12,41 d	9,67 d	1,29 b	673,88 d	21,44 a	677,50 d	0,03 a
CPAC Roxa	6,88 a	7,51 c	0,92 a	232,69 c	30,19 b	250,25 c	0,12 b
BRS GC	8,16 b	7,89 c	1,03 a	295,43 c	16,88 a	289,38 c	0,06 a
BRS MPC	6,75 a	4,54 a	1,49 c	71,87 a	27,69 b	67,56 a	0,42 d
BRS AC	10,28 c	5,50 b	1,87 d	164,72 b	53,00 c	162,69 b	0,33 c

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

Apesar de os valores para diâmetro e comprimento de frutos de *S. undatus*, no presente trabalho, terem sido semelhantes aos observados na bibliografia, os valores para massa total dos frutos foram superiores à maioria dos estudos disponíveis (CHIK et al., 2011; COSTA et al. 2015; FERNANDES et al., 2018; MAGALHÃES et al., 2019; MENEZES et al., 2015a; MENEZES et al., 2015b; ORTIZ; TAKAHASHI, 2015; CORDEIRO et al., 2015; PATWARY et al., 2013; YAH et al., 2008). Lima et al. (2014) observaram variação de 343,5 g a 752,4 g em frutos de diferentes acessos de *S. undatus*, tendo alguns acessos, massa total de frutos semelhantes ao valor de 634,35 g e 673,88 g observados no presente trabalho para BRS Luz do

Cerrado e BRS Lua do Cerrado, respectivamente (Tabela 3.5). Esses resultados comprovam a importância do melhoramento genético de plantas e da seleção de genótipos superiores e mais adaptados para a região de cultivo.

Sato et al. (2014) observaram valores de massa total de frutos de *S. costaricensis* variando de 351 g a 430 g em três municípios do Estado do Pará. Esses valores são superiores aos encontrados no presente experimento, onde observou-se massa total de frutos de 232,69 g e 295,43 g para CPAC Roxa e BRS Granada do Cerrado, respectivamente (Tabela 3.5).

A BRS Âmbar do Cerrado apresentou massa total de frutos com valores médios de 164,72 g (Tabela 3.5). Apesar de serem valores inferiores aos observados em estudo na Malásia por Chik et al. (2011) (302 g), mostrou-se semelhante aos resultados obtidos por Jiang et al. (2011) em Taiwan (175,3 g) e superiores aos observados por Weiss, Nerd, Mizrahi (1994) em Israel (108 g).

Os menores valores de massa total de frutos foram observados para a BRS Minipitaya do Cerrado, apresentando valores médios de 71,87 g (Tabela 3.5). Lima et al. (2014) observaram valores semelhantes, ao estudar diferentes acessos de *S. setaceus*, onde obtiveram valores variando entre 67 g e 91 g entre os genótipos.

Além das diferenças genéticas existentes entre as diferentes espécies e genótipos de pitaya estudadas ao redor do mundo, as quais também foram evidenciadas no presente trabalho, fatores ambientais como temperatura, época de colheita, estágio de maturação e manejo agrônômico podem interferir nas características físico-químicas dos frutos. Menezes et al. (2015b), estudando as alterações das características físico-químicas durante o processo de maturação dos frutos de *S. undatus*, observou um aumento contínuo do comprimento, diâmetro e massa dos frutos durante o processo de maturação dos frutos, porém, eles observaram um decréscimo nos valores de diâmetro e massa total dos frutos após o 41º dia após a antese. Uma vez que o fruto atinge o seu estágio máximo de maturação, inicia-se a perda de massa devido à desidratação

dos frutos, processo inerente à senescência natural (SILVA et al., 2006). Para Wills et al. (1998), uma perda de peso superior a 5% pode ser suficiente para diminuir a qualidade dos frutos, evidenciando a importância da definição do ponto de colheita ideal para os frutos de pitaya.

Sabendo-se que o manejo agrônomico pode alterar as características físico-químicas dos frutos de diferentes culturas, Fernandes et al. (2018), estudando a influência da adubação potássica nas características físico-químicas dos frutos de *S. undatus* e *H. polyrhizus*, observaram grande incremento nos valores de diâmetro, comprimento e massa total dos frutos com a utilização da adubação potássica. Para *H. polyrhizus*, os incrementos foram de 7% no diâmetro, quase 13% no crescimento e até 36% na massa total dos frutos. Incrementos mais acentuados foram observados nos frutos de *S. undatus*, onde ocorreu um aumento de cerca de 25% no diâmetro e comprimento e de até 75% na massa total dos frutos, por ocorrência da adubação potássica.

Weiss, Nerd, Mizrahi (1994), estudando a influência de diferentes fontes de pólen nas características físico-químicas de *S. megalanthus*, observaram valores variando de 38 g à 108 g, indicando que a fonte de pólen também é um fator de influência na qualidade visual dos frutos de pitaya. Outro fator que é de importante influência na qualidade dos frutos da pitaya amarela é a época do ano em que é realizada a colheita dos frutos. Jiang et al. (2011), comparando as diferenças nas características físico-químicas entre frutos de *S. megalanthus* em Taiwan, observou que os frutos desenvolvidos durante o inverno apresentaram-se maiores e mais pesados quando comparados aos frutos desenvolvidos durante o verão. Este resultado indica que a produção de frutos de alguns genótipos de *S. megalanthus* pode ser favorecida em época de temperaturas mais amenas. Essas diferenças entre as épocas do ano podem estar relacionadas com a viabilidade do pólen e capacidade de fecundação dos óvulos das flores de pitaya perante diferentes condições climáticas, uma vez que o tamanho dos frutos é diretamente

proporcional ao número de sementes viáveis na polpa dos frutos (WEISS, NERD, MIZRAHI, 1994).

A CPAC Roxa e a BRS Granado do Cerrado apresentaram valores da relação comprimento/diâmetro (CF/DF) muito próximos à 1, apresentando frutos mais arredondados (Tabela 3.5). A relação comprimento/diâmetro é utilizada como referência na fruticultura para a definição do formato padrão dos frutos de determinada espécie ou variedade. Frutos com relação comprimento/diâmetro superiores a 1,0 são considerados ovalados ou oblongos e frutos com valores próximos à 1,0 são considerados arredondados (MEDEIROS et al., 2009). Em estudo no Estado do Pará, Sato et al. (2014) observaram frutos de *S. costaricensis* no formato globuloso, moderadamente achatados. Por outro lado, Chik et al. (2011) avaliando frutos de *H. polyrhizus*, uma outra espécie de pitaya de polpa vermelha, observou frutos arredondados.

Houve diferença estatística entre os genótipos do gênero *S. undatus*, tendo a BRS Luz do Cerrado apresentado frutos um pouco mais arredondados, com valor da relação CF/DF de 1,29 (Tabela 3.5). Da mesma maneira, Magalhães et al. (2019), estudando as características físico-químicas de frutos de *S. undatus* durante o período de maturação, também observaram frutos globulares para esta espécie. A BRS Lua do Cerrado e a BRS Minipitaya do Cerrado mostraram-se estatisticamente semelhantes quanto à relação CF/DF com valores de 1,41 e 1,49, respectivamente, evidenciando frutos um pouco mais ovalados que as outras espécies (Tabela 3.5). Estes resultados foram semelhantes aos observados por outros autores, os quais também classificaram os frutos de *S. undatus* como oblongos (CHIK et al., 2011; TRAN; YEN, 2014; OSUNA-ENCISO et al., 2016; PATWARY et al., 2013).

O maior valor para a relação CF/DF foi observado nos frutos da BRS Âmbar do Cerrado, com valor de 1,87, apresentando frutos tipicamente ovalados (Tabela 3.5). Estes dados corroboram com os encontrados por Chik et al. (2011) em frutos de *S. megalanthus* de pomares da Malásia e por Jiang et al. (2011) em pomares de Taiwan.

Jiang et al. (2011) observaram menor relação comprimento/diâmetro em frutos de *S. megalanthus* colhidos no verão (1,7) quando comparados aos valores obtidos dos frutos colhidos no inverno de Taiwan (2,1). Deste modo, assim como as condições climáticas podem interferir no diâmetro, comprimento e massa dos frutos de pitaya, a relação comprimento/diâmetro também pode sofrer alterações perante variações climáticas, podendo acarretar em modificações leves no formato dos frutos de pitaya.

As brácteas são uma extensão do pericarpo dos frutos de pitaya. No início do enchimento do fruto, elas recobrem-no completamente apresentando-se grandes e volumosas (MARQUES, 2010). Houve diferença altamente significativa entre os genótipos analisados quanto ao número de brácteas por fruto (NBRAC) (Tabela 3.1). Com uma média de 53 brácteas por fruto, a BRS Âmbar do Cerrado apresentou o maior valor. A CPAC Roxa e a BRS Minipitaya do Cerrado não diferiram estatisticamente, com valores de 30,19 e 27,69 brácteas por fruto, respectivamente. Os menores valores foram observados nos frutos da BRS Luz do Cerrado, BRS Lua do Cerrado e BRS Granada do Cerrado, apresentando, respectivamente, 19,19, 21,44 e 16,88 brácteas por fruto (Tabela 3.5). Uma vez que a BRS Granada do Cerrado é um híbrido interespecífico (*S. undatus* x *S. costaricensis*), pode-se inferir que a *S. undatus* foi a espécie que mais contribuiu geneticamente para esta característica, com a redução do número de brácteas nos frutos do híbrido. Tran; Yen (2014), estudando características de quatro genótipos de *S. undatus* em Taiwan, observaram valores semelhantes ao presente experimento, 20,8 brácteas por fruto.

O número de brácteas por volume do fruto (NBRA/VFRUTO) também variou significativamente entre os genótipos avaliados (Tabela 3.1). A BRS Minipitaya do Cerrado apresentou os maiores valores, seguida da BRS Âmbar do Cerrado e da CPAC Roxa, com 0,42, 0,33 e 0,12 brácteas por cm³, respectivamente. Os menores valores foram observados na BRS Luz do Cerrado, BRS Lua do Cerrado e BRS Granada do Cerrado, apresentando

respectivamente, 0,03, 0,03 e 0,06 brácteas por cm^3 (Tabela 3.5). Segundo Marques (2010), com o passar do desenvolvimento dos frutos durante a maturação, as brácteas vão se tornando menores devido ao aumento do volume dos frutos. Essa informação confirma-se com os resultados encontrados no presente trabalho, onde, de maneira geral os frutos com maior volume apresentaram menores valores para a relação número de brácteas por volume, quando comparada aos frutos de menor tamanho.

Foram observadas diferenças altamente significativas entre os seis genótipos para a variável volume do fruto (VFRU) (Tabela 3.1). A BRS Minipitaya do Cerrado, com um volume médio de $67,57 \text{ cm}^3$, apresentou o menor valor, seguida da BRS Âmbar do Cerrado, com volume médio de $162,69 \text{ cm}^3$. A CPAC Roxa e a BRS Granada do Cerrado não diferiram entre si para esta variável, apresentando valores de $250,25 \text{ cm}^3$ e $289,38 \text{ cm}^3$, respectivamente. Os maiores valores para volume dos frutos foram observados para os genótipos da espécie *S. undatus* com valores de $664,06 \text{ cm}^3$ e $677,50 \text{ cm}^3$ para BRS Luz do Cerrado e BRS Lua do Cerrado, respectivamente (Tabela 3.5). Segundo Marques et al. (2012), o volume do fruto tem correlação altamente positiva com o número de sementes do fruto. Nesse sentido, torna-se muito importante garantir uma ótima polinização das flores durante a antese, principalmente para as espécies auto incompatíveis, de forma a explorar o máximo potencial dos genótipos no que se diz respeito ao tamanho dos frutos.

Os valores para a massa da casca (MCAS) e massa da polpa (MPOL) também variaram significativamente entre os seis genótipos avaliados (Tabela 3.2). Os menores valores foram observados na BRS Minipitaya do Cerrado, com valores de 28,56 g para massa de casca e 43,31 g para massa de polpa (Tabela 3.6). Estes resultados mostraram-se maiores para massa de casca e menores para massa de polpa quando comparados aos valores obtidos por Lima et al. (2014), os quais variaram de 15,4 g à 25,4 g para massa da casca e de 47,5 g à 67,7 g para massa da polpa.

A BRS Âmbor do Cerrado, com valor de 68,77 g de massa da casca, não diferiu estatisticamente da BRS Granada do Cerrado, a qual apresentou 82,56 g para esta variável. Para os valores de massa de polpa, a BRS Âmbor do Cerrado (95,95 g) não diferiu estatisticamente da CPAC Roxa (127,39 g). A CPAC Roxa, com 105,3 g de massa de casca, não diferiu estatisticamente da BRS Granada do Cerrado (82,56 g), porém, apresentou menores valores para massa de polpa (127,39 g) quando comparada ao híbrido interespecífico (212,88 g) (Tabela 3.6).

Apesar de ter sido observada diferença significativa para massa de casca entre os dois genótipos da espécie *S. undatus*, elas não diferiram estatisticamente para massa de polpa. Os valores de massa de casca e massa de polpa observados para esses genótipos foram de 198,96 g e 435,4 g para BRS Luz do Cerrado e 225,25 g e 448,64 g para BRS Lua do Cerrado, corroborando com os valores observados por Menezes et. al. (2015a) (Tabela 3.6).

Magalhães et al. (2019), Yah et. al. (2008) e Ortiz, Takahashi (2015), ao estudarem o processo de maturação dos frutos de *S. undatus*, observaram redução da massa da casca com o processo de maturação dos frutos. Esta redução pode ser explicada, em partes, pela desidratação dos frutos que ocorre nos estágios finais de maturação, indicando o início do processo de senescência. Concomitantemente à redução da massa da casca, ocorre o aumento da massa da polpa, principalmente devido ao acúmulo de compostos orgânicos e água. Além disso, o acúmulo de compostos orgânicos na polpa pode causar perda osmótica de água da pele para a polpa, em um mecanismo para manter o potencial osmótico das células pulpareas, reduzindo a massa da casca (MAGALHÃES et al., 2019).

A CPAC Roxa e a BRS Âmbor do Cerrado apresentaram os menores valores para a variável rendimento de polpa (REPOL) de 54,05% e 58,15%, respectivamente (Tabela 3.6). Os valores observados para a pitaya de polpa vermelha foram inferiores aos obtidos por Sato et al. (2014) ao avaliarem frutos de *S. costaricensis* no Estado do Pará. Por outro lado, os valores

obtidos para a pitaya amarela foram semelhantes aos observados em outros experimentos com a mesma espécie (JIANG et al., 2011; NERD; MIZRAHI, 1998). A BRS Minipitaya do Cerrado apresentou de rendimento de polpa de 60,03%, não diferindo estatisticamente da BRS Âmba do Cerrado.

A BRS Luz do Cerrado e a BRS Luz do Cerrado apresentaram os maiores valores para rendimento de polpa, de 68,59% e 66,58%, respectivamente (Tabela 3.6). Apesar de Patwary et al. (2013) ter observado valores de rendimento de polpa muito altos para *S. undatus* em Bangladesh, os valores do presente trabalho estão de acordo com os valores observados por outros autores em estudos com a mesma espécie (CORDEIRO et. al., 2015; COSTA et. al., 2015; OSUNA-ENCISO et. al., 2016; MAGALHÃES et al., 2019; ORTIZ; TAKAHASHI, 2015; YAH et. al., 2008). Pode-se observar que os diferentes genótipos e espécies de pitaya apresentam uma grande quantidade de polpa quando comparada a outras cactáceas, e esta característica é muito interessante tanto para o consumo in natura como para o processamento do fruto (CORDEIRO et. al., 2015).

Os menores valores para espessura de casca (ESPC) foram verificados para os genótipos das espécies *S. megalanthus* e *S. setaceus* que apresentam a casca com espinhos. A BRS Âmba do Cerrado e a BRS Minipitaya do Cerrado apresentaram a ESPC de 1,56 mm e 1,76 mm, respectivamente, valores que não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 3.6). Esses valores foram inferiores aos observados por Jiang et al. (2011) estudando a pitaya amarela em Taiwan, onde observaram valores de espessura de casca em torno de 2,7 mm em frutos colhidos no inverno e de 3,2 mm em frutos colhidos no verão.

Com valores de espessura de casca de 2,33 mm a BRS Granada do Cerrado mostrou-se estatisticamente semelhante aos valores observados nos frutos da BRS Minipitaya do Cerrado, seguida da CPAC Roxa, a qual apresentou espessura de casca de 3,14 mm (Tabela 3.6). Bakar et al. (2011), estudando *H. polyrhizus*, outra espécie de pitaya vermelha, na Malásia, observou

valor de 4,6 mm de espessura de casca, o qual é muito superior aos encontrados no presente trabalho. Por outro lado, Cordeiro et al. (2015) obteve valor médio para espessura de casca de 2,9 mm, concordando com os resultados obtidos neste trabalho.

Os genótipos da espécie *S. undatus* diferenciam estatisticamente entre si para essa variável. Enquanto a BRS Luz do Cerrado apresentou casca com espessura de 3,89 mm, o valor médio observado para a BRS Luz do Cerrado foi de 5,09 mm, sendo o maior valor entre os seis genótipos estudados (Tabela 3.6). Estes valores estão de acordo com resultados obtidos por outros autores em estudos com a mesma espécie de pitaya (COSTA et al., 2015; MENEZES et al., 2015a).

Genótipos com casca mais fina exigem mais cuidado durante as etapas de colheita e pós-colheita, pois, sendo mais suscetíveis a danos mecânicos, pode ocorrer o aceleração precoce do processo de senescência, reduzindo o período de prateleira e comercialização (CHITARRA; CHITARRA, 2005; PAULL, 1993). Por outro lado, cascas mais espessas tendem a reduzir o rendimento em polpa, por se tratar de uma variável de proporção (MAGALHÃES, 2017).

Magalhães et al. (2019) e Ortiz, Takahashi (2015), estudando o comportamento dos frutos de *S. undatus* durante o processo de maturação, observaram uma redução da espessura da casca durante o amadurecimento do fruto. Os resultados obtidos por estes autores inferem mais uma vez sobre a importância de estabelecer-se corretamente o ponto de colheita ideal das variedades de pitaya, de modo que o fruto apresente todo o seu potencial físico-químico no momento da colheita.

No presente trabalho, também foi estimada a firmeza do fruto e da sua polpa por meio da avaliação da carga inicial no processo de punção, para casca (FOINC) e polpa (FOINP), assim como a carga máxima (força de pico) durante o processo de punção, também, sobre a casca (PIFOC) e polpa dos frutos (PIFOP). A firmeza é uma das características da textura e corresponde ao grau de resistência dos tecidos vegetais à compressão. Uma vez que tem grande

influência sobre a infecção de patógenos e ataque de insetos, sobre o tempo de conservação pós-colheita e sobre a resistência ao transporte, é um dos atributos de grande importância na qualidade dos frutos (JERÔNIMO et al., 2007).

Os valores para força inicial da casca (FOINC) e força de pico da casca (FOPIC) difeririam estatisticamente entre os genótipos estudados (Tabela 3.2). Os menores valores foram observados para a BRS Minipitaya do Cerrado, com valores de 4,16 N e 3,6 N, para força inicial e de pico, respectivamente. Por outro lado, os maiores valores obtidos foram para a BRS Âmbar do Cerrado, apresentando 10,86 N e 9,5 N para FOINC e FOPIC respectivamente (Tabela 3.6). Estes resultados inferem uma maior resistência dos frutos da pitaya amarela perante estresses causados por danos físicos à casca.

Valores intermediários para esta variável foram observados para os demais genótipos, com valores variando de 6,11 N à 7,14 N para força inicial da casca e de 5,58 N e 6,99 N para força de pico da casca. Enquanto que para a variável FOINC os quatro genótipos de valores intermediário não diferiram entre si, para a FOPIC a BRS Granada diferiu significativamente da BRS Lua do Cerrado, enquanto as demais não divergiram (Tabela 3.6). Os dados observados no presente trabalho estão de acordo aos divulgados por outros autores estudando a *S. undatus* (YAH et al., 2008; MENEZES et al., 2015b).

Para as forças realizadas na polpa dos frutos, os resultados variaram de 1,52 N a 1,72 N para força inicial e de 1,46 N a 1,67 N para a força de pico (Tabela 3.6). Estes resultados demonstram que há uma grande diferença de firmeza entre os dois componentes do fruto de pitaya, onde a polpa apresenta-se muito menos rígida que a casca. A maioria dos genótipos não divergiram significativamente para as variáveis de firmeza da polpa dos frutos, com exceção da BRS Minipitaya do Cerrado que diferiu da BRS Lua do Cerrado e CPAC Roxa para Força inicial da polpa e somente da BRS Lua do Cerrado para a variável força de pico da polpa (Tabela 3.6).

Magalhães et al. (2019), avaliando as variações das características físico-químicas dos frutos de *S. undatus* durante a maturação dos frutos, observou uma redução linear na firmeza da casca, apresento menores níveis ao atingirem a maturação plena. A firmeza da casca está relacionada às propriedades químicas das paredes celulares, principalmente da pectina. A pectina na forma insolúvel é predominante em tecidos imaturos, enquanto a concentração da forma solúvel sofre um aumento em decorrência da maturação dos frutos, acarretando no amolecimento dos tecidos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Silva et al. (2009) comentam que existe um elevado número de enzimas com participação ativa na degradação biológica das substâncias pécticas dos frutos, destacando-se as pectinametilesterase e a poligacturonases, havendo um aumento na atividade dessas enzimas e, como consequência, um maior amolecimento dos frutos.

Além do tamanho, forma e estado de conversação, a coloração é considerada um dos atributos de aparência dos frutos mais importantes para a atratividade do consumidor (MAGALHÃES et al., 2019). Normalmente os consumidores preferem frutas fortemente coloridas e brilhantes. Além disso, as análises de coloração podem auxiliar no processo de produção de frutas pois podem ser utilizadas como indicadores de qualidade, frescor e grau de maturação dos frutos (HIRSCH, 2012).

De acordo com a escala de cores do CIELAB, a luminosidade pode ser medida pela coordenada L^* . A luminosidade é definida pela escala cinza, variando do preto ao branco. Essa variável assume uma escala de 0 a 100, sendo 0 para o preto absoluto e 100 para o branco total (GONÇALEZ et al., 2001). Neste sentido, os valores mais altos representam cores mais claras e os valores mais baixos representam as cores mais escuras (MAGALHÃES et al., 2019). Segundo Machado (2019), esta variável é muito importante pois o contraste de luminosidade permite que os frutos sejam exibidos de forma mais atraente para os consumidores (MACHADO, 2019)

Os menores valores de L^* para a casca dos frutos (L^*_{CASC}) foram obtidos para a BRS Minipitaya do Cerrado. Com valor médio de 24,64, foi o genótipo que apresentou a casca mais escura, divergindo significativamente das demais. A BRS Âmbar do Cerrado apresentou os maiores valores para L^* de casca, 56,57, sendo o genótipo com a casca mais clara, apresentando-se estatisticamente semelhante somente à BRS Luz do Cerrado (48,85) (Tabela 3.7). Chik et al. (2011), estudando a *S. megalanthus* observou valores de 41,6 para a L^* , valores inferiores aos obtidos no presente trabalho.

Os demais genótipos apresentaram valores de L^* de casca intermediários variando de 36,16 a 44,91 (Tabela 3.7). Os valores de L^* obtidos em outros trabalhos para casca de frutos maduros de *S. undatus* variou de 40,8 a 50,07, corroborando com os valores observados no presente trabalho (CHIK et al., 2011; MAGALHÃES et al., 2019; MENEZES et al., 2015b; ORTIZ; TAKAHASHI, 2015; YAH et al., 2008). Sato et al. (2014) observou valores de L^* variando de 25,61 a 29,95 para *S. costaricensis*, o que indica casca mais escuras que o observado no corrente trabalho.

Os valores de L^* na casca podem sofrer alterações com a evolução da maturação do fruto (BAKAR et al., 2011; MAGALHÃES et al., 2019; MENEZES et al., 2015b). Além disso, a incidência da radiação solar na superfície da casca dos frutos também pode ser um fator de influência nos índices de luminosidade (L^*). Chu, Chang (2020) observaram maiores valores para L^* de casca na porção do fruto sombreada (36,5 a 38,9) quando comparados aos valores observados na parte do fruto que recebeu radiação solar (30,37).

Os valores de a^* representam o eixo horizontal da escala e indicam a variação de cores do verde ao vermelho, variando de -60 (verde) à +60 (vermelho) (GONÇALEZ et al., 2001). No presente trabalho, os valores de a^* para casca divergiram estatisticamente entre os genótipos (Tabela 3.3). Os menores valores de a^* para casca (a^*_{CASC}) foram observados na BRS Âmbar do Cerrado. Com valor médio de -0,93, podendo-se inferir sobre a ausência de coloração

vermelha na casca da pitaya amarela. O maior valor de a^* CASCA foi observado na BRS Luz do Cerrado. Com valor médio de 52,79 não diferiu significativamente da BRS Granada do Cerrado (45,54). Os demais genótipos apresentaram valores intermediários, variando de 15,56 (BRS Minipitaya do Cerrado) à 42,54 (BRS Lua do Cerrado) (Tabela 3.7).

Os valores observados para *S. undatus* no presente experimento, estão de acordo com os obtidos por outros autores na mesma espécie (CHIK et al., 2011; MAGALHÃES et al., 2019; MENEZES et al., 2015b; ORTIZ; TAKAHASHI, 2015). Sato et al. (2014), avaliando os frutos da *S. costaricensis* cultivadas em três municípios do Estado do Pará, observaram valores de a^* de casca variando de 7,6 a 15,72, sendo inferiores aos obtidos no presente trabalho para a BRS Roxa do Cerrado e BRS Granada do Cerrado (Tabela 3.7). Por outro lado, Bakar et al. (2011) observou valores de a^* ao redor de 23,94 em casca de frutos de *H. polyrhizus*, outra espécie de pitaya de casca e polpa vermelhas.

Altas temperaturas, incidência da radiação solar e estágio de maturação são alguns fatores que podem influenciar nos valores de a^* em pitayas de casca vermelha (CHU; CHANG, 2020; MAGALHÃES et al., 2019; MENEZES et al., 2015b; ORTIZ; TAKAHASHI, 2015). Magalhães et al. (2019), estudando o comportamento dos frutos de *S. undatus* durante a maturação, observaram valores de a^* na casca variando de -20 em frutos imaturos até 40 nos frutos em maturação plena. Esses autores inferem que este comportamento talvez esteja relacionado à degradação de pigmentos como os carotenoides, juntamente com o aparecimento de pigmentos azuis e roxos, pela síntese de betalaínas.

Chu, Chang (2020) observaram uma redução no valor de a^* na casca dos frutos dessa mesma espécie caindo de 31,05 para 6,55, na parte dos frutos exposta ao sol, quando estes foram submetidos a altas temperaturas. Estes autores relacionam essa redução com uma possível supressão do acúmulo de betacianinas na casca de frutos sob temperatura elevada e alta intensidade de luz.

Tabela 3.6 – Valores médios para massa da casca (MCAS), massa da polpa (MPOL), rendimento de polpa (REPOL), espessura da casca (ESPC), força inicial da casca (FOINC), pico de força da casca (PIFOC), força inicial da polpa (FOINP) e pico de força da polpa (PIFOP) dos frutos de seis genótipos de pitaya (*Hylocereus* sp. e *Selenicereus* sp.). Planaltina – DF, 2021.

Genótipo	MCAS (g)	MPOL (g)	REPOL (%)	ESPC (mm)	FOINC (N)	PIFOC (N)	FOINP (N)	PIFOP (N)
BRS Luz do Cerrado	198,96 d*	435,40 d	68,59 c	3,89 d	6,70 b	6,51 bc	1,67 ab	1,62 ab
BRS Lua do Cerrado	225,25 e	448,64 d	66,58 c	5,09 e	7,14 b	6,99 c	1,72 b	1,67 b
CPAC Roxa	105,30 c	127,39 b	54,05 a	3,14 c	6,11 b	5,94 bc	1,72 b	1,65 ab
BRS Granada do Cerrado	82,56 bc	212,88 c	71,49 c	2,33 b	6,23 b	5,58 b	1,57 ab	1,53 ab
BRS Minipitaya do Cerrado	28,56 a	43,31 a	60,03 b	1,76 ab	4,16 a	3,60 a	1,52 a	1,46 a
BRS Âmbar do Cerrado	68,77 b	95,95 b	58,15 ab	1,56 a	10,86 c	9,50 d	1,64 ab	1,54 ab

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

Tabela 3.7 – Valores médios para luminosidade da casca (L*CASC), a* da casca (a*CASC), b* da casca (b*CASC), cromaticidade da casca (C*CASC), ângulo hue da casca (h*CASC), luminosidade da polpa (L*POL), a* da polpa (a*POL), b* da polpa (b*POL), cromaticidade da polpa (C*POL) e ângulo hue da polpa (h*POL) dos frutos de seis genótipos de pitaya (*Hylocereus* sp. e *Selenicereus* sp.). Planaltina – DF, 2021.

Genótipo	L*CASC	a*CASC	b*CASC	C*CASC	h*CASC	L*POL	a*POL	b*POL	C*POL	h*POL
BRS LZC	48,85 de*	52,79 e	9,03 a	54,31 d	11,45 ab	49,33 cd	-6,13 a	6,98 b	9,33 a	-48,8 b
BRS LC	44,91 cd	42,54 d	9,33 a	43,68 c	12,53 ab	51,45 d	-5,86 a	6,68 b	8,94 a	-48,4 b
CPAC Roxa	36,16 b	32,44 c	7,74 a	33,44 b	14 ab	30,49 a	36,79 b	-1,86 a	37,06 b	-2,82 c
BRS GC	38,09 bc	45,54 de	10,83 a	46,87 c	13,5 ab	37,51 ab	35,58 b	-4,79 a	36,01 b	-6,95 c
BRS MPC	24,64 a	15,56 b	8,47 a	17,89 a	29,39 b	38,44 abc	-6,31 a	6,57 b	9,16 a	-46,6 b
BRS AC	56,57 e	-0,93 a	32,98 b	33,07 b	-21 a	45,57 bcd	-4,6 a	8,8 b	10,1 a	-61,6 a

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

Os valores de b^* representam o eixo vertical da escala CIELAB e indicam a variação de cores do azul ao amarelo, variando de -60 (azul) à +60 (amarelo) (GONÇALEZ et al., 2001). No presente trabalho, os valores de b^* para casca diferiram significativamente entre os seis genótipos estudados (Tabela 3.3).

O maior valor de b^* para casca foi observado na BRS Âmbor do Cerrado. Com valor de b^* CASC de 32,98 diferiu estatisticamente dos demais genótipos (Tabela 3.7). Estes resultados eram esperados uma vez que este genótipo era o único de casca amarela estudada no presente trabalho. Chik et al. (2011) encontraram valores diferentes de a^* e b^* para casca do que os observados no presente trabalho. Estes autores reportaram valores de 39,3 para a^* e 8,8 para b^* em um genótipo de *S. megalanthus*. Estes resultados além de divergirem do presente estudo, vão de encontro com a escala de cores CIELAB, onde valores negativos de a^* e positivos de b^* são os que correspondem às variações das cores amarela e verde. No corrente experimento observou-se a deposição de fumagina sob os frutos da pitaya amarela. Porém, como os frutos foram submetidos a lavagem da casca antes das avaliações, este fator não interferiu nos resultados obtidos. Talvez a presença de algum fator externo depositado sobre a casca e a ausência de lavagem dos frutos possam ter colaborado para que os resultados da coloração do trabalho de Chik e seus colaboradores (2011) não tenha sido o esperado para inferir uma coloração amarela à casca dos frutos de *S. megalanthus*.

Os outras cinco genótipos avaliados no presente estudo, todas com casca vermelha, não divergiram entre si para os valores de b^* CASC. Com baixos valores de b^* , os quais variaram de 7,74 (CPAC Roxa) à 10,83 (BRS Granada do Cerrado), e altos valores de a^* , os resultados confirmam a coloração de casca em tons de vermelho como observado visualmente (Tabela 3.7). Outros autores, em diversos estudos com pitayas de casca vermelha também encontraram baixos valores de b^* para a casca, indo de -0,19 a 11,18.

Alguns autores, estudando as características dos frutos de pitayas de casca vermelha durante o processo de maturação, observaram uma redução dos valores de b^* conforme os frutos iam perdendo a coloração verde e assumindo a coloração avermelhada (MAGALHÃES et al., 2019; ORTIZ; TAKAHASHI, 2015). Neste sentido, Magalhães et al. (2019) confirmam a possibilidade de utilização da variável cor da casca na determinação da qualidade do fruto, grau de maturação e ponto ideal de colheita de frutos de pitaya de casca vermelha, uma vez que esses valores apresentaram alta correlação com índices de qualidade dos frutos (acidez titulável, sólidos solúveis, pH, produtividade e firmeza).

Segundo Stintzing et al., Carle (2004), os pigmentos mais abundantes nos frutos de pitaya são as betacianinas (vermelho-violeta) e as betaxantinas (amarelo), as quais pertencem ao grupo dos pigmentos das betalainas. Estas informações confirmam a tendência de cores encontradas na casca dos frutos no presente trabalho, através dos valores obtidos para os parâmetros a^* e b^* .

A cromaticidade ou saturação (C^*) é o desvio a partir do ponto correspondente ao cinza no eixo L^* (luminosidade) (GONÇALEZ et al., 2001), ou seja, definido como a distância radial do centro do espaço até o ponto da cor avaliada. No centro estão os valores mínimos de saturação e, a medida que se caminha para as extremidades, aumenta-se este valor (PATHARE; OPARA; AL-SAID, 2013).

Os valores de saturação de casca (C^*), no presente trabalho, diferiram estatisticamente entre os genótipos estudados (Tabela 3.3). Os menores foram observados para a BRS Minipitaya do Cerrado, 17,89 (Tabela 3.7). Sato et al. (2014), avaliando o comportamento de *S. costaricensis* no Estado do Pará, observou valores de C^*_{CASC} variando de 7,69 a 15,79 entre os municípios avaliados, valores semelhantes aos encontrados para a *S. setaceus* no presente trabalho

Os resultados obtidos no presente trabalho são semelhantes aos apresentados por outros autores em estudo com frutos de pitaya de casca vermelha e amarela em diversas regiões de

cultivo ao redor do mundo (CHIK et al., 2011; CORDEIRO et al., 2015; MAGALHÃES et al., 2019; ORTIZ; TAKAHASHI, 2015).

Da mesma maneira que os estágios de maturação dos frutos podem alterar outras variáveis relacionadas com a coloração, o mesmo acontece com a saturação (HOA et al., 2016). Magalhães et al. (2019) e Ortiz, Takahashi (2015) observaram um aumento nos valores de saturação de casca de frutos durante o processo de maturação.

A saturação está diretamente ligada à concentração do elemento corante representando um tributo quantitativo para intensidade. Quanto maior o croma (C^*) maior a saturação das cores perceptíveis aos humanos. Desta maneira, cores neutras possuem baixa saturação, enquanto cores puras possuem alta saturação e são, portanto, mais brilhantes na percepção humana (PATHARE; OPARA; AL-SAID, 2013; SHEWFELT; THAI; DAVIS, 1988). Sendo assim, a BRS Luz do Cerrado, a qual apresentou os maiores valores de cromaticidade de casca (C^*_{CASC}), apresenta-se, dentre os genótipos estudados, como o genótipo com frutos de aparência mais brilhante e, conseqüentemente, mais atrativos ao consumidor final.

O ângulo de matiz ou ângulo hue (h^*) é o ângulo do círculo derivado dos valores de a^* e b^* (GONÇALEZ et al., 2001). É considerado um atributo qualitativo de cor com as cores que são definidas tradicionalmente como avermelhada, esverdeada etc. (PATHARE; OPARA; AL-SAID, 2013). Graficamente, o ângulo de 0° é considerado como a cor vermelha, o ângulo de 90° como o amarelo, o ângulo de 180° como o verde e o ângulo de 270° é o azul (SHEWFELT; THAI; DAVIS, 1988; MCGUIRE, 1992).

Os resultados do presente experimento, indicam diferença altamente significativa para h^*_{CASC} somente entre a BRS Âmbar do Cerrado e a BRS Minipitaya do Cerrado, as quais apresentaram os valores de $-20,98^\circ$ e $29,39^\circ$, respectivamente. Os demais genótipos não divergiram entre si, apresentando valores que variaram de $11,45^\circ$ a $14,0^\circ$. Esses valores convergem com os obtidos por outros autores em estudos com espécies de pitaya (CHIK et al.,

2011; CORDEIRO et al., 2015; OSUNA-ENCISO et al., 2016; ORTIZ; TAKAHASHI, 2015; SATO et al., 2014) (Tabela 3.7).

O ângulo de matiz também é uma variável que sofre alterações conforme o estágio de maturação dos frutos. Diversos autores, estudando a maturação dos frutos de *S. undatus*, observaram uma redução nos valores do ângulo hue na casca dos frutos durante o processo de maturação (MAGALHÃES et al., 2019; ORTIZ; TAKAHASHI, 2015; YAH et al., 2018). Nerd, Mizrahi (1998) estudaram a evolução do amadurecimento da pitaya amarela e também observaram um decréscimo nessa variável com a evolução da maturação dos frutos. Estes autores ainda inferem sobre a importância da avaliação visual das cores como uma ótima ferramenta na definição do ponto de colheita ideal de modo a evitar a colheita de frutos passados.

Para os valores de luminosidade de polpa (L^* POL) do presente estudo, o teste de médias mostrou-se altamente significativo, ou seja, ao menos duas, dentre os seis genótipos estudados, divergiram estatisticamente entre si para esta variável (Tabela 3.3). Pode-se observar que a BRZ Luz do Cerrado e a BRS Lua do Cerrado diferiram significativamente dos demais genótipos de polpa vermelha, CPAC Roxa (30,49) e BRS Granada do Cerrado (37,51), apresentando valores de 49,33 e 51,45, respectivamente (Tabela 3.7). Esses valores eram esperados, pois, por possuírem polpa branca, os genótipos da espécie *S. undatus* deveriam apresentar maiores valores de L^* de polpa que os genótipos de polpa vermelha. Chik et al. (2011), estudando diferentes espécies de pitaya na Malásia, observaram valores de L^* para polpa de 54,9 em frutos de *S. undatus*, valores semelhantes aos observados neste trabalho.

A BRS Minipitaya do Cerrado e a BRS Âmbar do Cerrado, com valores de luminosidade de polpa de 38,44 e 45,57, respectivamente, não diferiram significativamente dos genótipos de polpa vermelha (Tabela 3.7). Chik et al. (2011) observaram este mesmo padrão, obtendo valores de L^* de 25,3 em frutos de polpa vermelha de *H. polyrhizus* e de 21,9 em *S. megalanthus*. Este

fator deve-se, possivelmente, ao fato de que estas as espécies *S. megalanthus* e *S. setaceus* possuem sementes maiores que as demais. Sendo assim, apesar de apresentarem polpa branca, as sementes se destacam na superfície de avaliação de colorimetria, interferindo nos valores de L^* .

A BRS Granada do Cerrado e a CPAC Roxa apresentaram os maiores valores para a^* de polpa (Tabela 3.3). Com valores de 35,58 e 36,79, respectivamente, diferiram estatisticamente dos demais genótipos, os quais apresentaram valores médios de a^* POL variando de -6,31 a -4,60 (Tabela 3.7). Como os valores positivos de a^* na escala de cores CIELAB representa as tonalidades de vermelho, os resultados obtidos estão de acordo com o esperado para esta variável. Chik et al. (2011) também observaram valores positivos de a^* na polpa de frutos de polpa vermelha (*H. polyrhizus*).

Os genótipos de polpa vermelha apresentaram os menores valores para b^* de polpa, diferindo significativamente dos genótipos de polpa branca. A BRS Granada do Cerrado e a CPAC Roxa apresentaram valores de b^* POL de -4,79 e -1,86, respectivamente, enquanto os genótipos de polpa branca apresentaram valores variando de 6,57 a 8,8 (Tabela 3.7). Valores semelhantes foram reportados por Chik et al. (2011) em estudo com variedades de pitaya, onde observaram o valor de 27,8 para b^* na polpa dos frutos de *H. polyrhizus*.

Os maiores valores de cromaticidade de polpa (C^*) foram observados na BRS Granada do Cerrado e na CPAC Roxa, com valores de 36,01 e 37,06, respectivamente, diferindo estatisticamente dos demais genótipos. Os genótipos de polpa branca apresentaram valores de C^* de polpa variando de 8,94 a 10,10 (Tabela 3.7). Chik et al. (2011) observou valores de 27,8 para b^* de polpa de *H. polyrhizus* e 2,3 em frutos de *S. undatus*, seguindo o mesmo padrão do presente trabalho.

Os dois genótipos de polpa vermelha avaliados no presente estudo apresentaram os maiores valores de h^* de polpa. Com valores de -2,82 para CPAC Roxa e -6,95 para BRS

Granada do Cerrado, estes genótipos divergiram significativamente dos genótipos de polpa branca. O menor valor foi obtido na BRS Âmbor do Cerrado, apresentando -61,56 para o ângulo de matiz de polpa. Os demais genótipos apresentaram valores intermediários variando de -46,57 a -48,78 (Tabela 3.7).

A boa aparência dos frutos é um fator muito importante para que ocorra a atração do consumidor ao produto. Porém, são as percepções do paladar que o tornam aceitáveis ou não para o consumo. O teor de sólidos solúveis e a acidez são características físico-químicas dos frutos e estão diretamente relacionadas ao sabor, pois incluem, principalmente, os açúcares e ácidos orgânicos da polpa (PINHEIRO et al., 1984)

O teor de sólidos solúveis é usado para obter-se uma quantificação indireta do teor de açúcares no fruto. A medida em que a quantidade de açúcares no fruto aumenta, em decorrência do processo de maturação dos frutos, os níveis do teor de sólidos solúveis também aumentam. Neste sentido, torna-se um bom indicador do grau de maturação e sabor dos frutos (MAGALHÃES, 2017).

Além de diferir entre os diferentes genótipos e espécies de pitaya, o teor de sólidos solúveis também pode apresentar valores diversos nas diferentes partes do mesmo fruto (GOLÇALVES, CARVALHO, 2000; LIMA et al., 2014). Neste sentido, no presente trabalho, foi feita a avaliação do teor de sólidos solúveis na parte central (TSSC) e em todo fruto (TSST).

Os menores valores para teor de sólidos solúveis foram observados na CPAC Roxa, apresentando valores de 13,88 °Brix e 13,23 °Brix para TSSC e TSST, respectivamente (Tabela 3.8). Sato et al. (2014), estudando diferentes espécies de pitaya no Estado do Pará, e Lima et al. (2013), avaliando alguns genótipos de pitaya no Distrito Federal, obtiveram valores semelhantes aos encontrados no presente experimento, com teor de sólidos solúveis variando de 10,13 °Brix a 15,3 °Brix em frutos de *S. costaricensis*.

Tabela 3.8 – Valores médios para teor de sólidos solúveis central (TSSC), teor de sólidos solúveis total (TSST), acidez titulável (AT), “ratio” (TSST/AT) e pH dos frutos de seis genótipos de pitaya (*Hylocereus* sp. e *Selenicereus* sp.). Planaltina – DF, 2021.

Genótipo	TSSC (°Brix)	TSST (°Brix)	AT (%)	TSST/AT	pH
BRS Luz do Cerrado	16,01 b*	16,01 b	0,21 bc	77,88 ab	4,65 cd
BRS Lua do Cerrado	16,06 b	15,37 b	0,17 ab	92,87 bc	4,70 d
CPAC Roxa	13,88 a	13,23 a	0,22 c	60,01 a	4,75 d
BRS Granada do Cerrado	16,00 b	15,69 b	0,23 c	69,03 a	4,47 b
BRS Minipitaya do Cerrado	19,32 c	19,06 c	0,15 a	128,57 d	4,50 bc
BRS Âmbar do Cerrado	21,64 d	21,22 d	0,23 c	98,31 c	4,00 a

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

A BRS Luz do Cerrado e a BRS Lua do Cerrado não diferiram estatisticamente entre si para os teores de sólidos solúveis, apresentando valores de 16,01 °Brix e 16,06 °Brix para o TSSC e de 16,01 °Brix e 15,37 °Brix para o TSST, respectivamente. A BRS Granada do Cerrado apresentou valores de TSSC e TSST de 16,00 °Brix e 15,69 °Brix, respectivamente, não diferindo significativamente dos dois genótipos da espécie *S. undatus*, sugerindo uma grande contribuição desta espécie para o maior acúmulo de açúcares em frutos de pitaya oriundos de cruzamentos interespecíficos (Tabela 3.8).

Genótipos da espécie *S. undatus* são os mais utilizados em estudos ao redor do mundo. Neste sentido, pode-se encontrar várias informações sobre teor de sólidos solúveis nos frutos desta espécie. Em comparação aos resultados obtidos no presente trabalho, alguns autores verificaram menor teor de sólidos solúveis nos frutos (CORDEIRO et al., 2015; MENEZES et al., 2015a; ORTIZ; TAKAHASHI, 2015), outros autores observaram teores mais elevados (OSUNA-ENCISO et al., 2016; LIMA et al., 2014; MENEZES et al., 2015b), enquanto alguns reportaram valores semelhantes aos obtidos no presente trabalho (FERNANDES et al., 2018; MAGALHÃES et al., 2019).

A BRS Minipitaya do Cerrado apresentou valores para o teor de sólidos solúveis central de 19,32 °Brix e total de 19,06° Brix (Tabela 3.8). Estes valores mostraram-se superiores aos

valores observados no estudo de Lima et al. (2014), onde observaram teor de sólidos solúveis de *S. setaceus* variando de 12,6 °Brix a 17,9 °Brix.

Os maiores valores para teor de sólidos solúveis foram observados para a BRS Âmbor do Cerrado, 21,64 °Brix para TSSC e 21,22 °Brix para TSST (Tabela 3.8). Nerd, Mizrahi (1998), estudando as mudanças físico-químicas dos frutos de *S. megalanthus* durante a maturação, obtiveram teor de sólidos solúveis de 20 °Brix em frutos maduros, valores semelhantes aos encontrados nesse trabalho. Por outro lado, os frutos da BRS Âmbor do Cerrado mostraram-se mais adocicados que os genótipos utilizados por Lima et al. (2013), Jiang et al. (2011) e Chik et al. (2011), evidenciando a importância da utilização de genótipos geneticamente melhorados e mais adaptados em pomares de produção comercial.

A variação do teor de sólidos solúveis em frutos de pitaya pode ocorrer devido a variações genotípicas, a diferenças climáticas, ao estágio de maturação e também devido à porção da polpa utilizada para análise (GONÇALVES; CARVALHO, 2000). Lima et al. (2013) estudando seis genótipos de quatro espécies de pitaya, observaram valores diferentes para o teor de sólidos solúveis em decorrência das diferentes partes do fruto. Esses autores encontraram maior concentração de sólidos solúveis da parte central da polpa dos frutos quando comparado com a parte apical e basal da polpa.

No decorrer do processo de maturação dos frutos, os teores de sólidos solúveis são encontrados em maior concentração, seja devido à biossíntese ou à degradação de polissacarídeos (KLUGE et al., 2002). Magalhães et al. (2019), Menezes et al. (2015b) e Yah et al. (2008), estudando o processo de maturação dos frutos de diferentes genótipos e espécies de pitaya, observaram maior concentração de sólidos solúveis ao final da maturação dos frutos.

A acidez é resultado do acúmulo de ácidos orgânicos e tem influência sobre a cor, sabor e odor das frutas. Por isso, a acidez total titulável tem sido associada ao estágio de maturidade fisiológica dos frutos (SEYMOUR; TAYLOR; TUCKER, 1993). Os valores de acidez titulável

no presente trabalho diferiram significativamente entre os genótipos avaliados (Tabela 3.4). A BRS Minipitaya do Cerrado apresentou o menor valor para acidez, com 0,15% de ácido cítrico, não diferindo estatisticamente da BRS Lua do Cerrado (Tabela 3.8). Esse valor mostrou-se superior aos valores obtidos por Lima et al. (2013), os quais variaram de 0,09% a 0,12% entre os acessos de *S. setaceus* avaliados.

Os dois genótipos da espécie *S. undatus* não divergiram estatisticamente entre si. Os valores de ácido cítrico para esses dois genótipos foram de 0,17% e 0,21% para a BRS Lua do Cerrado e BRS Luz do Cerrado, respectivamente (Tabela 3.8). Esses valores mostraram-se semelhantes aos reportados por outros autores em estudo com frutos de *S. undatus* (COSTA et al., 2015; FERNANDES et al., 2018; MAGALHÃES et al., 2019; MENEZES et al., 2015a).

Os maiores valores de acidez titulável foram observados na CPAC Roxa, BRS Granada do Cerrado e BRS Âmbar do Cerrado, com valores de 0,22, 0,23 e 0,23% de ácido cítrico, respectivamente (Tabela 3.8). Esses valores são superiores aos observados por outros autores em estudos com *S. megalanthus* (CHIK et al., 2011; LIMA et al., 2013) e *S. costaricensis* (LIMA et al., 2013; SATO et al., 2014).

Da mesma maneira que para outras variáveis, a acidez titulável também varia em decorrência da maturação dos frutos. Magalhães et al. (2019) observaram redução no valor de acidez titulável durante o processo de maturação dos frutos de pitaya, variando de 1,63% em frutos verdes a 0,25% de ácido cítrico em frutos maduros.

Os principais atributos responsáveis pelo sabor dos frutos são a acidez e o teor de sólidos solúveis, representado o equilíbrio entre o doce e o ácido ao paladar. Um elevado teor de açúcares e baixo teor de ácidos, proporcionam sabor suave aos frutos, por exemplo. Neste sentido, a relação sólidos solúveis/acidez titulável (“ratio”) representa uma variável de percepção da intensidade do sabor pelo paladar (CHITARRA; CHITARRA 2005).

Os valores para a relação sólidos solúveis total/acidez titulável (“ratio”) diferiram estatisticamente entre os genótipos (Tabela 3.4). Devido aos altos teores de sólidos solúveis e baixa acidez a BRS Minipitaya do Cerrado apresentou o maior valor, apresentando 128,57 para esta variável (Tabela 3.8). Fernandes et al. (2008) estudando o comportamento de frutos de *H. polyrhizus* sob adubação potássica, observaram altos valores de “ratio”, com valores variando de 56,46 a 266,72.

Os demais genótipos apresentaram valores de “ratio” intermediários, variando de 60,01 a 98,31 para a CPAC Roxa e BRS Âmbar do Cerrado, respectivamente (Tabela 3.8). Esses resultados estão de acordo com os observados por outros autores com frutos de espécies de pitaya, os quais reportaram valores de “ratio” variando de 20,6 até 78,17 (CHIK et al., 2011; COSTA et al., 2015; OSUNA-ENCISO et al., 2016; FERNANDES et al., 2018; MENEZES et al, 2015a; MENEZES et al, 2015b; ORTIZ; TAKAHASHI, 2015; YAH et al., 2008).

O pH é uma variável muito importante a ser avaliada nos processos de pós-colheita de frutos de pitaya, uma vez que pode influenciar no tempo de prateleira, no desenvolvimento de microrganismos e atividade de enzimas. Nesse sentido, o pH deve ser considerado nos processos de avaliação da qualidade dos frutos (LIMA, 2013).

O menor valor de pH observado no presente trabalho, foi para a BRS Âmbar do Cerrado, com valor de 4,00 (Tabela 3.8). Chik et al. (2011) e Lima et al. (2013) observaram valores pH em frutos de *S. megalanthus* maiores do que o observado no corrente trabalho, variando de 4,6 à 5,22. Os demais genótipos apresentaram valores de pH intermediários variando de 4,47 a 4,75 (Tabela 3.8), valores semelhantes aos observados por outros estudos com as mesmas espécies (CHIK et al., 2011; MAGALHÃES et al., 2019; MENEZES et al, 2015a; MENEZES et al, 2015b; ORTIZ; TAKAHASHI, 2015). Para conhecer-se a percepção da qualidade dos frutos perante o consumidor do fruto *in natura*, um estudo de análise sensorial de preferência através de uma escala hedônica de 9 pontos pode ser realizado, levando em consideração várias

características do fruto, como: formato e tamanho dos frutos, cor da casca e da polpa, espessura e firmeza da casca, firmeza e sabor da polpa etc.

Considerando-se os valores observados no presente experimento, pode-se inferir que os genótipos de pitaya desenvolvidos pela Embrapa Cerrados representam alternativas para o cultivo visando a comercialização para diferentes nichos de mercado.

3.4 CONCLUSÕES

Os genótipos de pitaya desenvolvidos pela Embrapa Cerrados diferem entre si para todas as características físico-químicas avaliadas.

Os genótipos BRS Luz do Cerrado e BRS Lua do Cerrado apresentaram frutos maiores e mais pesados.

O genótipo BRS Minipitaya do Cerrado produz frutos menores, sendo uma alternativa para o mercado de “frutas baby”.

A BRS Luz do Cerrado, a BRS Lua do Cerrado e a BRS Minipitaya do Cerrado produzem frutos de polpa branca e casca vermelha, enquanto a BRS Granada do Cerrado e CPAC Roxa possuem polpa e casca vermelhas, e a BRS Âmbar do Cerrado apresenta frutos de polpa branca e casca amarela.

A BRS Âmbar do Cerrado produz frutos mais doces devido ao alto teor de sólidos solúveis.

Devido às diferenças físico-químicas os genótipos podem atender à diferentes nichos de mercado consumidor.

3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAKAR, J.; SHU, C. E.; KHARIDAH, M.; DZULKIFLY, M. A.; NORANIZAN, A. Physico-chemical characteristics of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) peel. **International Food Research Journal**, v. 18, p. 279-286, 2011.

BASTOS, D. C.; PIO, R.; SCARPARE FILHO, J. A.; LIBARDI, M. N.; ALMEIDA, L. D.; GALUCHI, T. P. D.; BAKKER, S. T. Propagação da pitaya “vermelha” por estaquia. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, p. 1106-1109, 2006.

BARTHLOTT, W.; HUNT, D. R. “Cactaceae”. *In*: KUBITZKI, K. **The families and Genera of vascular plants**. New York: Springer-Verlag, 1993. p. 161-197.

CAMPOS, H. **Estatística aplicada à experimentação com cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ. 1984.

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 em Yucatan**. Yucatán: Universidad Autonoma Chapingo, 1993.

CHIK, C. T.; BACHOK, S.; BABA, N. ABDULLAH, A.; ABDULLAH, N. Quality Characteristics and Acceptability of Three Types of Pitaya Fruits in a Consumer Acceptance Test. **Journal of Tourism, Hospitality & Culinary Arts**, v. 3, p. 89-98, 2011.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. D. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: FAEPE, 2005.

CHU, Y. C.; CHANG, J. C. High Temperature Suppresses Fruit/Seed Set and Weight, and Chlorophyll Regreening in Red-fleshed 'Da Hong' Pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) under Controlled Conditions. **HortScience**, v. 55, p. 1259-1264, 2020.

COELHO L. C.; DIONÍSIO, A. P.; LIRA, S. M.; SANTOS, G. B. M.; ZOCCOLO, G. J.; SILVA, G. S.; HOLANDA, M. O.; MARQUES, C. G.; COSTA, J. T. G.; MACIEL, G. L.; GUEDES, M. I. F. Características físico-químicas e efeito no estresse oxidativo da pitaya vermelha em camundongos swiss diabéticos. **Research, Society and Development**, v. 9, p. 1-31, 2020.

CORDEIRO, M. H. M.; SILVA, J. M.; MIZOBUTSI, G. P.; MIZOBUTSI, E. H.; MOTA, W. F. Caracterização física, química e nutricional da pitaya-rosa de polpa vermelha. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, p. 20-26, 2015.

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 pitaya vermelha. **Semina**, v. 36, p. 77-88, 2015.

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

FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. Maceió: EDUFAL, 1991.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: Degaspari, 2000.

GONÇALVES, N. B.; CARVALHO, V. D. Características da fruta. *In*: GONÇALVES, N. B. **Abacaxi: pós-colheita**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p.13-27.

GONÇALEZ, J. C.; JANIN, G.; SANTORO, A. C. S.; COSTA, A. F.; VALLE, A. T. Colorimetria quantitativa: uma técnica objetiva de determinar a cor da madeira. **Brasil Florestal**, v. 20, p. 47-58, 2001.

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

HIRSH, G. E. **Valor nutricional e capacidade antioxidante de diferentes genótipos de amora-preta (*Rubus* sp)**. Orientador: EMANUELLI, T. 2011. 100p. Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

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, p. 62-69, 2006.

HOOGENBOOM, G. Contribution of agrometeorology to the simulation of crop production and its application. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 103, p. 137-157, 2000.

IBRAHIM, S. R. M.; MOHAMED, G. A.; KHEDR, A. I. M.; ZAYED, M. F.; EL-KHOLY, A. A. E. S. Genus *Hylocereus*: Beneficial phytochemicals, nutritional importance, and biological relevance - A review. **Journal of Food Biochemistry**, v. 42, p. 1-29, 2018.

JERONIMO, E. M.; BRUNINI, M. A.; ARRUDA, M. C.; CRUZ, J. C. S.; GAVA, G. J. C.; SILVA, M. A. Qualidade de mangas “Tommy Atkins” armazenadas sob atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 1122-1130, 2007.

JIANG, Y. L.; LIN, T. S., LEE, C. L.; YEN, C. R.; YANG, W. J. Phenology, Canopy Composition, and Fruit Quality of Yellow Pitaya in Tropical Taiwan. **HortScience**, v. 46, p. 1497-1502, 2011.

JUNQUEIRA, K. P.; JUNQUEIRA, N. T. V.; RAMOS, J. D.; PEREIRA, A. V. Informações preliminares sobre uma espécie de pitaya do Cerrado. **Documentos EMBRAPA Cerrados**, Planaltina, n. 62, dezembro, 2002.

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, p. 840-846, 2010.

KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J. C.; FACHINELLO, J. C.; BILHALVA, A. B. **Fisiologia e Manejo Pós-Colheita de Frutas de Clima Temperado**. Viçosa: Cinco Continentes, 2002.

LIMA, C. A. **Caracterização, Propagação e Melhoramento Genético de Pitaya Comercial e Nativa do Cerrado**. Orientador: Fábio Gelape Faleiro. 2013. 124p. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Agronomia, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

LIMA, C. A.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. Diversidade genética intra e interespecífica de pitaia com base nas características físico-químicas de frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, p. 1066-1072, 2013.

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 Pitais Comerciais e Nativas do Cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, p. 565-570, 2013.

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

MACHADO, F. G. A. **Densidades de Plantio de Cultivo na Produção e Qualidade de Frutos e Fenologia Reprodutiva da Pitaia Vermelha**. Orientador: Márcio Cleber de Medeiros Corrêa. 2019. 118p. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

MAGALHÃES, D. S. **Desenvolvimento e Maturação de Frutos de Pitaia Vermelha de Polpa Branca**. Orientador: José Darlan Ramos. 2017. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.

MAGALHÃES, D. S.; RAMOS, J. D.; PIO, L. A. S.; BOAS, E. V. B. V.; PASQUAL, M.; RODRIGUES, F. A. Physical and pehysicochemical modifications of white-fleshed pitaya throughout its development. **Scientia Horticulturae**, v. 243, p. 537-543, 2019.

MARQUES, V. B. **Germinação, Fenologia e Estimativa do Custo de Produção da Pitaya [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose.]**. Orientador: José Darlan Ramos. 2010. 41p. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

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

MCGUIRE, R. G. Reporting of Objective Color Measurements. **HortScience**, v. 27, p. 1254-1255, 1992.

MEAD, R.; CURNOW, R. N. **Statistical methods in agriculture and experimental biology**. New York: Chapman and Hall, 1983.

MEDEIROS, S. A. F.; YAMANISHI, O. K.; PEIXOTO, J. R.; PIRES, M. C.; JUNQUEIRA, N. T. V.; Ribeiro, J. G. B.L. Caracterização físico-química de progênies de maracujá-roxo e

maracujá-azedo cultivados no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, p. 492-499, 2009.

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, 2015a.

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 pitaia vermelha durante a maturação. **Semina**, v. 36, p. 631-644, 2015b.

MERTEN, S. A Review of Hylocereus Production in the United States. **J. PACD**, v. 5, p. 98-105, 2003.

MIZRAHI, Y.; NERD, A. Climbing and columnar cacti: New arid land fruit crops. *In*: JANICK, J. **Perspective in new crops and new uses**. Alexandria: American Society for Horticultural Science Press, 1999. p. 358-366.

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

NERD, A.; MIZRAHI, Y. Fruit Development and Ripening in Yellow Pitaya. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, v. 123, p. 560-562, 1998.

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.

OSUNA-ENCISO, T.; VALDEZ-TORRES, J. B.; SAÑUDO-BARAJAS, J. A.; MUY-RANGEL, M. D.; HERNÁNDEZ-VERDUGO, S.; VILLARREAL-ROMERO, M.; OSUNA-RODRÍGUEZ, J. M. Reproductive phenology, yield and fruit quality of pitahaya (*Hylocereus undatus* (How.) Britton and Rose) in Culiacan valley, Sinaloa, Mexico. **Agrociencia**, v. 50, p. 61-78, 2016.

PATHARE, P. B.; OPARA, U. L.; AL-SAID, F. A. Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. **Food Bioprocess Technology**, v. 6, p. 36-60, 2013.

PATWARY, M. M. A.; RAHMAN, M. H.; BARUA, H.; SARKAR, S.; ALAM, M. S. Study on the Growth and Development of two Dragon Fruit (*Hylocereus undatus*) Genotypes. **The Agriculturists**, v. 11, p. 52-57, 2013.

PAULL, R. E. Pineapple and papaya, *In*: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. p. 291-323.

PINHEIRO, R. V. R.; MARTELETO, L. O.; SOUZA, A. C. G.; CASALI, W. D.; CONDÉ, A. R. Produtividade e qualidade dos frutos de dez variedades de goiaba, em Visconde do Rio Branco, Minas Gerais, visando ao consumo ao natural e à industrialização. **Revista Ceres**, v.31, p.360-387, 1984.

POOLSUP, N.; SUKSOMBOON, N.; PAW, N. J. Effect of dragon fruit on glycemic control in prediabetes and type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. **Plos One**, v. 12, p. 1-12, 2017.

PROHORT. **Programa Brasileiro de Modernização do Mercado de Hortigranjeiro. Ministério da Agricultura.** Dados 2018/2019. 2019. Disponível em: <<http://dw.ceasa.gov.br/>>. Acesso em: 01 de maio de 2021.

REYNERSTON, K. A.; YANG, H.; JIANG, B.; BASILE, M. B.; KENNELLY, E. J. Quantitative analysis of antiradical phenolic constituents from fourteen edible Myrtaceae fruits. **Food Chemistry**, v. 109, n. 4, p. 883-890, 2008.

SATO, S. T. A.; RIBEIRO, S. 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**, v. 1, p. 46-56, 2014.

SEYMOUR, J. T.; TAYLOR, J.; TUCKER, G. **Biochemistry of fruit ripening.** London: Chapman & Hall, 1993.

SHEWFELT, R. L., THAI, C. M.; DAVIS, J. W. Prediction of changes in color of tomatoes during ripening at different constant temperatures. **Journal Food Science**, v. 53, p. 1433-1437, 1988.

SILVA, L. G.; MENDES, I. C.; REIS JÚNIOR, F. B.; FERNANDES, M. F.; MELO, J. T.; KATO, E. Atributos físicos, químicos e biológicos de um Latossolo de Cerrado sob plantio de espécies florestais. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/EMBRAPA Cerrados**, Planaltina, n. 256, junho, 2009.

SILVA, J. A. A.; GRIZOTTO, R. K.; MIGUEL, F. B.; BÁRBARO, I. M. Caracterização físico-química de frutos de clones de doviális (*Dovyalis abyssinica* varb). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, p. 466-472, 2011.

SILVA, C. S.; LIMA, L. C.; SANTOS, H. S.; CAMILI, E. C.; VIEIRA, C. R. Y. I.; MARTIN, C. S. Amadurecimento da banana-prata climatizada em diferentes dias após a colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, p. 103-111, 2006.

SILVEIRA, J.; GALESKAS, H.; TAPETTI, R.; LOURENCINI, I. Quem é o consumidor brasileiro de frutas e hortaliças?. **Hortifruti Brasil**, v. 10, p. 8-22, 2011.

SNEDECOR, G. W.; COCHRAN, W. G. **Statistical methods**. Ames: The Iowa State University, 1980.

STINTZING, F.C.; CARLE R. Functional properties of anthocyanins and betalains in plants, food, and in human nutrition. **Trends Food Sci Technol**, v. 15, p. 19-38, 2004.

TRAN, D. H.; YEN, C. R. Morphological Characteristics and Pollination Requirement in Red Pitaya (*Hylocereus* spp.). **International Scholarly and Scientific Research & Innovation**, v. 8, p. 268-272, 2014.

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.

WILLS, R.; MCGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. **Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals**. Melbourne: New South Wales University, 1998.

YAH, A. R. C.; PEREIRA, S. S.; VELOZ, C. S.; SAÑUDO, R. B.; DUCH, E. S. Cambios físicos, químicos y sensoriales em frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante su desarrollo. **Revista Fitotecnia Mexicana**, v. 31, p. 1-5, 2008.

**CAPÍTULO 4 – CAPACIDADE PRODUTIVA E CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DOS
FRUTOS DE GENÓTIPOS DE PITAYA NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS
DA REGIÃO DO CERRADO DO PLANALTO CENTRAL BRASILEIRO**

**CHAPTER 4 – YIELD CAPACITY AND PHYSICAL CHARACTERISTICS OF
PITAYA GENOTYPES IN THE OF THE BRAZILIAN CERRADO REGION
EDAPHOCLIMATE CONDITIONS**

RESUMO

Visando fornecer aos produtores brasileiros, variedades de pitayas adaptadas às condições edafoclimáticas do Brasil, o programa de melhoramento genético realizado na Embrapa Cerrados desenvolveu seis genótipos de diferentes espécies de pitayas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade produtiva e de adaptação dos seis genótipos de pitaya desenvolvidas pela Embrapa Cerrados nas condições edafoclimáticas do Cerrado do Planalto Central Brasileiro. O experimento foi conduzido na Unidade de Apoio da Fruticultura da Embrapa Cerrados no município de Planaltina, DF. Foram avaliados seis genótipos de pitaya, sendo eles: BRS Luz do Cerrado (BRS LZC) (*Selenicereus undatus*), BRS Lua do Cerrado (BRS LC) (*S. undatus*), CPAC Roxa (*S. costaricensis*), BRS Granada do Cerrado (BRS GC) (*S. undatus* x *S. costaricensis*), BRS Minipitaya do Cerrado (BRS MPC) (*S. setaceus*) e BRS Âmbar do Cerrado (BRS AC) (*S. megalanthus*). As plantas foram dispostas sob esquema de blocos casualizados com duas repetições de dez plantas cada. Foram colhidos e avaliados todos os frutos produzidos nas safras 19/20 e 20/21. Avaliou-se também o comprimento (CF), diâmetro (DF) e massa (MF) de todos os frutos, relação comprimento/diâmetro (CF.DF⁻¹), número de frutos por planta (NF.PL⁻¹), produção por planta (kg.PL⁻¹) e produtividade estimada (t.ha⁻¹). Os genótipos da espécie *S. undatus*, BRS LZC e BRS LC, apresentaram frutos maiores e mais pesados. A BRS MPC apresentou frutos com os menores comprimento, diâmetro e massa. A CPAC Roxa e a BRS GC apresentaram frutos mais arredondados enquanto os demais genótipos apresentaram frutos mais ovalados. A CPAC Roxa, a BRS MPC e a BRS AC apresentaram as menores capacidades de produção nas duas safras avaliadas. A BRS GC apresentou a maior capacidade de produção entre as espécies avaliadas, evidenciando a possibilidade da exploração do vigor híbrido em cruzamentos interespecíficos de pitaya. Os resultados do presente experimento comprovam a importância do melhoramento genético de plantas e da seleção de genótipos superiores e mais adaptados para a região de cultivo, a fim de garantir maior rentabilidade e produtos de melhor qualidade ao produtor rural e consumidores.

Palavras-chave: *Hylocereus* sp., *Selenicereus* sp., Cactaceae, qualidade de frutos, produtividade.

ABSTRACT

Aiming to provide to Brazilian farmers pitaya varieties adapted to Brazilian soil and climate conditions, the Embrapa Cerrados breeding program developed six genotypes of different pitaya species. The goal of this work was to evaluate the yield capacity and the physical characteristics of fruits of the six pitaya genotypes developed by Embrapa Cerrados in the edaphoclimatic conditions of the Brazilian Cerrado region. The experiment was carried out at the Fruticulture Support Unit of Embrapa Cerrados in Planaltina City, DF. Six pitaya genotypes were evaluated: BRS Luz do Cerrado (BRS LZC) (*Selenicereus undatus*), BRS Lua do Cerrado (BRS LC) (*S. undatus*), CPAC Roxa (*S. costaricensis*), BRS Granada do Cerrado (BRS GC) (*S. costaricensis* x *S. undatus*), BRS Minipitaya do Cerrado (BRS MPC) (*S. setaceus*) and BRS Âmbar do Cerrado (BRS AC) (*S. megalanthus*). Plants were arranged in a randomized block design with two replications of ten plants each. All the fruits produced in the 19/20 and 20/21 cropping years were harvested and evaluated. The length (CF), diameter (DF) and mass (MF) of all fruits, length/diameter ratio (CF.DF-1), number of fruits per plant (NF.PL-1), yield per plant (kg.PL-1) and estimated yield (t.ha-1). Genotypes of the species *S. undatus*, BRS LZC and BRS LC, presented larger and heavier fruits. BRS MPC presented fruits with the smallest length, diameter and mass. CPAC Roxa and BRS GC presented more rounded fruits while the other genotypes presented more oval fruits. CPAC Roxa, BRS MPC and BRS AC had the lowest production capacities in the two evaluated crops. BRS GC showed the highest production capacity among the evaluated species, showing the possibility of hybrid vigor in pitaya interspecific crosses. The results of the present experiment prove the importance of the breeding programs and the selection of superior and more adapted genotypes for the region of cultivation, in order to guarantee greater yield and better quality products to the farmers and consumers.

Key words: *Hylocereus* sp., *Selenicereus* sp., Cactaceae, fruit quality, yield.

4.1 INTRODUÇÃO

A fruticultura tem se tornado uma das principais atividades geradoras de emprego e renda por hectare dentre das atividades agrícolas do Brasil. Devido à demanda de mão-de-obra intensiva e qualificada, o cultivo de frutas gera muitos empregos direta e indiretamente, permitindo melhores condições socioeconômicas até mesmo para pequenos produtores rurais (AMARO et al., 2010).

A busca da população por uma alimentação mais nutritiva e saudável, tem acarretado no crescimento exponencial do consumo e demanda de frutas a nível mundial (SILVA et al., 2011). O Brasil possui grande vantagem no cultivo de frutíferas, pois permite a produção de espécies tropicais, subtropicais, temperadas e exóticas, devido à grande diversidade das condições edafoclimáticas dentro do território brasileiro, contribuindo para uma expansão positiva do mercado de frutas (PASSOS; SOUZA, 1994).

Como consequência desse aumento do consumo de frutas, cresce também a busca por parte dos produtores rurais por espécies alternativas para o cultivo de modo a diversificar a sua produção. Com isso, o cultivo de frutas exóticas aumentou nos últimos anos, por se apresentar um mercado atrativo e promissor, tornando-se uma importante alternativa para a diversificação do consumo de produtos saudáveis (RAMOS et al., 2018; SILVA et al., 2011).

Dentre este grupo de frutas exóticas encontram-se as espécies de pitaya (*Hylocereus* sp. e *Selenicereus* sp.), as quais vem ganhando grande espaço neste mercado de alimentos funcionais (SILVA et al., 2011). As espécies de pitaya, comumente conhecidas como “fruta do dragão”, estão sendo considerados, cada vez mais, frutos bastante promissores no mercado mundial de frutas exóticas (CHEOK et al., 2018). Este fato deve-se à tolerância das plantas de pitaya a ambientes áridos e alta resistência a patógenos, bem como à qualidade organoléptica,

nutricional e funcional dos frutos (CHOO; KOH; LING, 2016; GENGATHARAN; DYKES; CHOO, 2015; LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006).

Dentre as várias espécies de pitaya existentes ao redor do mundo, quatro delas possuem maior destaque a nível comercial: *Selenicereus undatus*, que possui frutos de casca vermelha sem espinhos e polpa branca; *H. polyrhizus* com frutos de casca vermelha sem espinhos e polpa vermelha; *S. costaricensis* com frutos de casca vermelha sem espinhos e polpa roxa; e a *S. megalanthus* a qual possui frutos de casca amarela com espinhos e polpa branca (DAG; MIZRAHI, 2005; DE DIOS, 2005; MIZRAHI, 2014; NORDIN et al., 2008; ORTIZ-HERNÁNDEZ; SALAZAR, 2012).

Apesar de possuir um grande potencial para os mercados interno e externo, a pitaya encontra-se entre as frutíferas tropicais pouco conhecidas e até o momento ainda não existem cultivares registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, recomendadas para o plantio comercial no território brasileiro (FALEIRO et al., 2021; LIMA, 2013). Com o intuito de disponibilizar para os produtores rurais brasileiros genótipos de pitaya mais adaptados às condições edafoclimáticas brasileiras, o programa de melhoramento genético das pitayas realizado na Embrapa Cerrados desenvolveu genótipos de pitaya de diferentes espécies.

Os primeiros trabalhos de seleção e melhoramento genético foram realizados em 2002 na Embrapa Cerrados e somente em 2021 foram encaminhadas para registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento as cinco primeiras cultivares: BRS Lua do Cerrado, BRS Luz do Cerrado, BRS Minipitaya do Cerrado, BRS Granada do Cerrado e BRS Âmbar do Cerrado. Estas cultivares têm sido validadas em todas as regiões do Brasil com resultados animadores quanto ao desempenho agrônômico. Neste trabalho, objetivou-se avaliar a capacidade produtiva e de adaptação das cinco cultivares de pitaya desenvolvidas pela Embrapa Cerrados nas condições edafoclimáticas do Cerrado do Planalto Central Brasileiro.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental de pitayas instalada na Unidade de Apoio da Fruticultura da Embrapa Cerrados no município de Planaltina, DF, localizada na região do Planalto Central Brasileiro, à 15°35'30" de latitude Sul, 47°42'30" de longitude Oeste e 1.007 m de altitude. Segundo a classificação de Köppen, o clima é tipificado como Tropical Estacional (Aw) com duas estações bem definidas: uma estação seca, que se estende do mês de maio à setembro, e outra chuvosa, que se estende de outubro a abril, com precipitação média anual de 1500 mm. Médias de temperatura variam de 15,9°C nos meses mais frios à 26,4°C nos meses mais quentes (SILVA et al., 2009).

Em agosto de 2017, cerca de sete meses antes da implantação do pomar, foi realizada a calagem do solo, com a aplicação de 5 ton.ha⁻¹ de calcário dolomítico com PRNT de 80%. Na sequência, foram feitas a gradagem e o nivelamento mecanizados do solo. Três meses antes do transplante realizou-se a adubação para fornecimento de fósforo, potássio e micronutrientes através da aplicação de 1 kg.m⁻¹ de Yoorim Master® nas linhas onde as mudas seriam transplantadas. Além disso, aplicou-se 5 kg.m⁻¹ de esterco de gado curtido. Após a aplicação da adubação química e orgânica foi feita a incorporação destes produtos ao solo com o auxílio de uma grade rotativa.

O pomar foi instalado em março de 2018 utilizando-se de estacas provenientes de cladódios das cinco cultivares geneticamente superiores BRS Lua do Cerrado, BRS Luz do Cerrado, BRS Minipitaya do Cerrado, BRS Granada do Cerrado e BRS Âmbar do Cerrado. Foi também avaliada uma testemunha denominada CPAC Roxa, que é um dos genótipos utilizados na base de cruzamentos interespecíficos realizados na composição de populações de melhoramento genético. O delineamento utilizado foi de blocos casualizados com duas repetições, com dez

plantas por repetição. As mudas foram conduzidas por tutoramento de um fuste único em postes de concreto armado. Após chegarem ao ápice do poste, os cladódios foram apoiados em um pneu de moto sustentado por uma cruzeta de ferro, permitindo a formação da copa das plantas. O espaçamento utilizado foi de quatro metros entre linhas e três metros entre plantas.

Foram realizadas adubações orgânicas anuais com a aplicação de cerca de 20 L de esterco de gado.planta⁻¹. Houve também adubações químicas mensais via aspersão foliar, via irrigação ou por cobertura, visando o suprimento de macro e micronutrientes às plantas tanto no período reprodutivo como no período vegetativo. Além disso, conservou-se o “mulching” com palhada de seringueira ou cana-de-açúcar a fim de impedir o crescimento de plantas daninhas nas linhas de transplante e manter a umidade e temperatura do solo em condições ideais.

O pomar foi mantido a pleno sol e sob irrigação pelo sistema de microaspersão. No período de seca, foram realizadas irrigações semanais com uma lâmina d'água de 20 mm a fim de suprir a demanda de água das plantas de pitaya no período de ausência de chuvas na região. O fornecimento de água via irrigação no período de chuvas foi realizado somente quando ocorria ausência de chuvas no período de uma semana.

Os seis genótipos de pitaya foram avaliados em duas safras: 2019/2020, que se estendeu de novembro de 2019 à agosto de 2020; e a safra 2020/2021 que se estendeu de outubro de 2020 a julho de 2021. Foram colhidos todos os frutos de todas as plantas das duas repetições para os seis genótipos. Os frutos foram colhidos em maturação plena, quando apresentavam a coloração de casca característica de cada genótipo no fruto por completo. Além disso, manteve-se separado os frutos de cada planta de uma mesma repetição.

Após a colheita, os frutos foram encaminhados ao laboratório para a avaliação do comprimento (CF), diâmetro (DF) e massa (MF) de todos os frutos colhidos durante o dia. Após a tabulação dos dados dos frutos colhidos foi possível avaliar: número de frutos por planta

(NF.PL⁻¹), produção média por planta (kg.PL⁻¹) e produtividade estimada (ton.ha⁻¹). Também foi realizada a análise de correlação entre as variáveis através do Coeficiente de Pearson.

Utilizando-se do software estatístico SISVAR®, os dados foram submetidos à análise de variância seguindo o delineamento de blocos casualizados com duas repetições. As médias foram submetidas ao teste de Tukey a 1% de significância.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados climáticos e pluviométricos do período de produção dos frutos foram obtidos na estação climatológica da Embrapa Cerrados. Não houve períodos de estresse devido à temperatura, regularidade pluviométrica e radiação solar durante as duas safras avaliadas. Devido a isso, pode-se inferir que as condições climáticas foram favoráveis para o ótimo desenvolvimento das plantas e formação dos frutos de pitaya.

A análise de variância apresentou diferenças altamente significativas entre os seis genótipos de pitaya para todas as características avaliadas, independentemente do ano de avaliação. Houve, também, diferenças significativas a 1% de probabilidade para as variáveis NF.PL^{-1} , kg.PL^{-1} e ton.ha^{-1} entre os anos de avaliação e na interação genótipo x ano (Tabela 4.1).

Os valores para o coeficiente de variação (CV%) variaram de 2,75% a 15,38, valores que variam de ótimos à bons (GOMES, 2000), sendo indicativos de uma precisão experimental variando de ótima a regular, segundo Ferreira (1991) (Tabela 4.1).

As diferenças entre as características físicas e a capacidade de produção dos genótipos de pitaya analisados no presente estudo são explicadas por suas diferenças genéticas. As diferentes espécies de pitaya apresentam grande diversidade quanto às características físicas dos frutos como, por exemplo, o formato, coloração da casca e da polpa e presença ou ausência de espinhos (JUNQUEIRA et al., 2002), bem como para o diâmetro, comprimento e massa (JIANG et al., 2011; LIMA; FALEIRO; JUNQUEIRA, 2013).

Para os dois genótipos do gênero *S. undatus* foram constatados os maiores valores de diâmetro (DF) e comprimento (CF), não divergindo estatisticamente entre si para estas das variáveis. Para a BRS Lua do Cerrado o comprimento médio dos frutos foi de 11,96 cm e 12,53

cm no primeiro e segundo ano de cultivo, respectivamente, enquanto que para a BRS Luz do Cerrado foi de 12,05 cm na safra 19/20 e de 12,00 cm na safra 20/21. Para a variável diâmetro do fruto, foi constatado para a BRS Lua do Cerrado média de 8,85 cm e 9,14 cm para DF no primeiro e segundo ano de avaliação, respectivamente (Tabela 4.2). Estes resultados mostraram-se semelhantes aos observados por outros autores no estudo das características físico-químicas de *S. undatus* (CHIK et al., 2011; CORDEIRO et al., 2015; COSTA et al., 2015; FERNANDES et al., 2018; LIMA et al., 2014; MAGALHÃES et al., 2019; MENEZES et al., 2015b; YAH et al., 2008).

Os menores valores para comprimento do fruto foram observados na CPAC Roxa e BRS Minipitaya do Cerrado, as quais não diferiram estatisticamente entre si para esta variável. Para o genótipo da espécie *S. costaricensis* foi observado comprimento de frutos com média de 5,65 cm e 6,01 cm no primeiro e segundo ano de cultivo, respectivamente. Já para o genótipo da espécie *S. setaceus* observou-se média de 6,64 cm na safra 19/20 e 6,55 cm na safra 20/21 (Tabela 4.2).

Apesar de não divergirem quanto ao comprimento dos frutos, foi observado para a CPAC Roxa e a BRS Minipitaya do Cerrado valores para diâmetro dos frutos diferentes entre si estatisticamente. Enquanto para a CPAC Roxa a média foi de 5,99 cm na safra 19/20 e de 6,47 cm na safra 20/21, para a BRS Minipitaya do Cerrado os valores médios de DF foram de 4,74 cm e 4,39 cm, no primeiro e segundo ano de avaliação, respectivamente (Tabela 4.2).

Sato et al. (2014) ao estudarem as características físico-químicas de frutos de *S. costaricensis* em três municípios do Estado do Pará, encontraram valores médios para comprimento e diâmetro superiores aos observado para a mesma espécie no presente experimento. Estes autores relataram valores médios variando de 8,2 cm a 8,9 cm para comprimento e de 9,12 cm a 9,36 cm para diâmetro dos frutos, entre os três locais avaliados.

Tabela 4.1 – Resumo da análise de variância para comprimento (CF), diâmetro (DF), relação comprimento/diâmetro (CF.DF⁻¹), massa dos frutos (MF), número de frutos por planta (NF.PL⁻¹), produção por planta (kg.PL⁻¹) e produtividade estimada (ton.ha⁻¹) de seis genótipos de pitaya (*Hylocereus* sp. e *Selenicereus* sp.). Planaltina – DF, 2021.

FV	GL	CF	DF	CF.DF ⁻¹	MF	NF.PL ⁻¹	kg.PL ⁻¹	ton.ha ⁻¹
Genótipo	5	30,1862**	15,3225**	0,4320**	202375,3568**	24,6238**	673,9434**	468,0547**
Ano	1	0,2340 ^{ns}	0,1120 ^{ns}	0,0007 ^{ns}	245,3122 ^{ns}	55,6637**	571,0577**	396,5001**
Genótipo x Ano	5	0,0913 ^{ns}	0,1071 ^{ns}	0,0046 ^{ns}	614,7331 ^{ns}	4,8530**	110,7765**	76,9247**
Bloco	1	0,0045 ^{ns}	0,0038 ^{ns}	0,0007 ^{ns}	401,7198 ^{ns}	0,0130 ^{ns}	0,1276 ^{ns}	0,0852 ^{ns}
Erro	11	0,0601	0,0344	0,0024	381,0590	0,5849	6,6398	4,6046
CV (%)		2,77	2,75	3,62	6,82	10,43	15,38	15,37
Média		8,84	6,75	1,35	286,29	62,02	16,75	13,96

ns: não significativo; ** significativo à 1% de probabilidade.

Tabela 4.2 - Valores médios para comprimento (CF), diâmetro (DF), relação comprimento/diâmetro (CF.DF⁻¹) e massa dos frutos (MF) de seis genótipos de pitaya (*Hylocereus* sp. e *Selenicereus* sp.). Planaltina – DF, 2021.

Genótipo	CF		DF		CF/DF		MF	
	Safra 19.20	Safra 20.21						
CPAC Roxa	5,65 a*	6,01 a	5,99 b	6,47 b	0,95 a	0,94 a	130,51 a	161,55 b
BRS Minipitaya do Cerrado	6,64 ab	6,55 ab	4,74 a	4,39 a	1,41 b	1,50 b	81,61 a	66,93 a
BRS Granada do Cerrado	7,52 b	7,44 b	6,92 c	6,90 b	1,10 a	1,08 a	219,92 b	212,73 b
BRS Âmbar do Cerrado	8,63 c	9,10 c	4,55 a	5,00 a	1,96 c	1,83 c	142,32 ab	137,06 ab
BRS Lua do Cerrado	11,96 d	12,53 d	8,85 d	9,14 c	1,36 b	1,38 b	557,84 c	602,16 c
BRS Luz do Cerrado	12,05 d	12,00 d	9,04 d	8,99 c	1,36 b	1,34 b	566,34 c	556,49 c

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

Além da grande diversidade interespecífica relatada por Junqueira et al. (2002), também pode existir alta variabilidade genética intraespecífica entre genótipos de pitaya de uma mesma espécie. Lima et al. (2014) estudando as características físico-químicas de 15 acessos de *S. setaceus*, observaram a existência de alta variabilidade genética intraespecífica. Os genótipos estudados por estes autores apresentaram valores para CF e DF que variaram de 6,8 cm a 9,0 cm de comprimento e de 4,0 cm à 4,7 cm, respectivamente.

Para a BRS Granada do Cerrado foram constatados valores intermediários para as variáveis CF e DF. Para comprimento dos frutos foi observado uma média de 7,52 cm e 7,44 cm, na safra 19/20 e 20/21, respectivamente. Para a variável DF, foi observado uma média de 6,92 cm no primeiro ano e de 6,90 cm no segundo ano de avaliação, não divergindo estatisticamente da CPAC Roxa na safra 20/21 (Tabela 4.2).

O genótipo da espécie *S. megalanthus*, divergiu estatisticamente dos demais para a variável CF, com média de 8,63 cm na safra 19/20, 9,10 cm na safra 20/21. Quanto ao diâmetro dos frutos, os menores valores foram observados nos frutos da BRS Âmbar do Cerrado, juntamente com a BRS Minipitaya do Cerrado. Foram observados valores médios de 4,55 cm no primeiro ano e 5,00 cm no segundo ano de avaliação, valores semelhantes aos encontrados em outros trabalhos para a mesma espécie (CHIK et al., 2011; JIANG et al., 2011) (Tabela 4.2).

Apesar de os valores para comprimento e diâmetro dos frutos de *S. undatus*, no presente trabalho, terem sido semelhantes aos encontrados na bibliografia, os valores para massa total dos frutos foram superiores à maioria dos estudos disponíveis (CHIK et al., 2011; COSTA et al. 2015; FERNANDES et al., 2018; MAGALHÃES et al., 2019; MENEZES et al., 2015a; MENEZES et al., 2015b; ORTIZ; TAKAHASHI, 2015; CORDEIRO et al., 2015; PATWARY et al., 2013; YAH et al., 2008). Para a BRS Lua do Cerrado foi constatado massa de frutos média de 557,84 g e 602,61 g no primeiro de segundo ano de avaliação, respectivamente, enquanto que para a BRS Luz do Cerrado os valores médios para MF foram de 566,34 g na

safra 19/20 e de 556,49 g na safra 20/21 (Tabela 4.2). Lima et al. (2014) observaram variação de 343,5 g a 752,4 g em frutos de diferentes acessos de *S. undatus*, tendo alguns acessos, massa total de frutos semelhantes aos valores observados no presente trabalho. Esses resultados comprovam a importância do melhoramento genético de plantas e da seleção de genótipos superiores e mais adaptados para a região de cultivo.

Os menores valores médios para massa de frutos foram observados na BRS Minipitaya do Cerrado, de 81,61 g e de 66,93 g no primeiro e segundo ano de avaliação, respectivamente, não diferindo estatisticamente da CPAC Roxa na safra 19/20 e da BRS Âmbar do Cerrado nas duas safras avaliadas (Tabela 4.2). Lima et al. (2014) observaram valores semelhantes, ao estudar diferentes acessos de *S. setaceus*, onde obtiveram valores variando entre 67 g e 91 g entre os genótipos.

Sato et al. (2014) observaram valores de massa total de frutos de *S. costaricensis* variando de 351 g a 430 g em três municípios do Estado do Pará. Esses valores são superiores aos encontrados no presente experimento para os genótipos de polpa vermelha. Para a CPAC Roxa foram observados valores médios para massa de frutos de 130,51 g e 161,55 g na safra 19/20 e 20/21, respectivamente, enquanto que para a BRS Granada do Cerrado foram constatados 219,92 g e 212,73 g para MF no primeiro e segundo ano de avaliação, respectivamente (Tabela 4.2).

Os valores médios para massa de frutos para a BRS Âmbar do Cerrado foram de 142,32 g no primeiro e de 137,06 g no segundo ano de avaliação (Tabela 4.2). Apesar de serem valores inferiores aos observados em estudo na Malásia por Chik et al. (2011) (302 g), foram semelhante aos resultados obtidos por Jiang et al. (2011) em Taiwan (175,3 g) e superiores aos observados por Weiss, Nerd, Mizrahi (1994) em Israel (108 g).

Além das diferenças genéticas existentes entre as diferentes espécies e genótipos de pitaya estudados ao redor do mundo, as quais foram evidenciadas no presente trabalho, fatores

ambientais como temperatura, época de colheita, estágio de maturação e manejo agrônomico também podem interferir nas características físicas dos frutos. Menezes et al. (2015b), estudando as alterações das características físico-químicas durante o processo de maturação dos frutos de *S. undatus*, observou um aumento contínuo do comprimento, diâmetro e massa dos frutos durante o processo de maturação dos frutos, porém, eles observaram um decréscimo nos valores de diâmetro e massa total dos frutos após o 41º dia após a antese. Uma vez que o fruto atinge o seu estágio máximo de maturação, inicia-se a perda de massa devido à desidratação dos frutos, processo inerente à senescência natural (SILVA et al., 2006). Para Wills et al. (1998), uma perda de peso superior a 5% pode ser suficiente para diminuir a qualidade dos frutos, evidenciando a importância da definição do ponto de colheita ideal para os frutos de pitaya.

O manejo agrônomico é outro fator externo que pode alterar as características físicas dos frutos de diferentes culturas. Fernandes et al. (2018), estudando a influência da adubação potássica nas características físico-químicas dos frutos de *S. undatus* e *H. polyrhizus*, observaram grande incremento nos valores de diâmetro, comprimento e massa total dos frutos com a utilização da adubação potássica. Para *H. polyrhizus*, os incrementos foram de 7% no diâmetro, quase 13% no crescimento e até 36% na massa total dos frutos. Incrementos mais acentuados foram observados nos frutos de *S. undatus*, onde ocorreu um aumento de cerca de 25% no diâmetro e comprimento e de até 75% na massa total dos frutos, por ocorrência da adubação potássica.

Weiss, Nerd, Mizrahi (1994), estudando a influência de diferentes fontes de pólen nas características físico-químicas de *S. megalanthus*, observaram valores variando de 38 g à 108 g, indicando que a fonte de pólen também é um fator de influência na aparência visual dos frutos de pitaya. Outro fator que é de importante influência na qualidade dos frutos da pitaya amarela é a época do ano em que é realizada a colheita dos frutos. Jiang et al. (2011),

comparando as diferenças nas características físico-químicas em frutos de *S. megalanthus* em Taiwan, observou que os frutos desenvolvidos durante o inverno apresentaram-se maiores e mais pesados quando comparados aos frutos desenvolvidos durante o verão. Este resultado indica que a produção de frutos de alguns genótipos de *S. megalanthus* pode ser favorecida em épocas de temperaturas mais amenas. Essas diferenças entre as épocas do ano podem estar relacionadas com a viabilidade do pólen e capacidade de fecundação dos óvulos das flores de pitaya perante diferentes condições climáticas, uma vez que o tamanho dos frutos é diretamente proporcional ao número de sementes viáveis na polpa dos frutos (WEISS, NERD, MIZRAHI, 1994).

A relação comprimento/diâmetro é utilizada como referência na fruticultura para a definição do formato padrão dos frutos de determinada espécie ou variedade. Frutos com relação comprimento/diâmetro superiores a 1,0 são considerados ovalados ou oblongos e frutos com valores próximos à 1,0 são considerados arredondados (MEDEIROS et al., 2009).

A CPAC Roxa e a BRS Granada do Cerrado divergiram das demais para a variável $CF.DF^{-1}$ com valores muito próximos à 1, apresentando frutos mais arredondados (Tabela 4.2). Em estudo no Estado do Pará, Sato et al. (2014) observaram frutos de *S. costaricensis* no formato globuloso, moderadamente achatados. Por outro lado, Chik et al. (2011) avaliando frutos de *H. polyrhizus*, uma outra espécie de pitaya de polpa vermelha, observou frutos arredondados.

A BRS Minipitaya do Cerrado, BRS Lua do Cerrado e BRS Luz do Cerrado com valores de $CF.DF^{-1}$ próximos de 1,5, apresentaram frutos um pouco mais alongados (Tabela 4.2). Estes resultados foram semelhantes aos observados por outros autores, os quais também classificaram os frutos de *S. undatus* como levemente oblongos (CHIK et al., 2011; TRAN; YEN, 2014; OSUNA-ENCISO et al., 2016; PATWARY et al., 2013).

O maior valor para a relação $CF.DF^{-1}$ foi observado nos frutos da BRS Âmbar do Cerrado, com 1,96 na safra 19/20 e 1,83 na safra 20/21, ou seja, frutos tipicamente ovalados (Tabela 4.2).

Estes dados corroboram com os encontrados por Chik et al. (2011) em frutos de *S. megalanthus* de pomares da Malásia e por Jiang et al. (2011) em pomares de Taiwan.

Apesar de não terem sido observadas diferenças significativas para a relação $CF.DF^{-1}$ entre as safras de avaliação, esta característica também pode sofrer alterações em decorrência de mudanças ambientais. Jiang et al. (2011) observaram menor relação comprimento/diâmetro em frutos de *S. megalanthus* colhidos no verão (1,7) quando comparados aos valores obtidos dos frutos colhidos no inverno de Taiwan (2,1). Deste modo, assim como as condições climáticas podem interferir no diâmetro, comprimento e massa dos frutos de pitaya, a relação comprimento/diâmetro também pode sofrer alterações perante variações climáticas, podendo acarretar em modificações leves no formato dos frutos de pitaya.

Na safra 19/20, o maior valor observado para a variável $NF.PL^{-1}$ foi para a BRS Granada do Cerrado. Com média de 88,80 frutos por planta o híbrido interespecífico não diferiu da BRS Lua do Cerrado e BRS Luz do Cerrado com 38,60 e 38,40 frutos por planta, respectivamente. Os genótipos da espécie *S. undatus* não divergiram dos demais genótipos estudados, com número de frutos por planta variando de 10,35 (BRS Âmbar do Cerrado) à 28,05 (BRS Minipitaya do Cerrado). O $NF.PL^{-1}$ da BRS Granada do Cerrado na safra 20/21 foi o maior valor. Com média de 234,30 diferiu estatisticamente dos demais genótipos estudados, para os quais foram observados valores variando de 45,05 (BRS Lua do Cerrado) à 70,95 frutos por planta (CPAC Roxa), valores semelhantes aos observados por outros autores (COSTA et al., 2015; FERNANDES et al., 2018) (Tabela 4.3).

Foram observadas diferenças significativas entre os anos de avaliação para a variável $NF.PL^{-1}$ em três dos seis genótipos avaliados. A BRS Granada do Cerrado produziu 164% a mais de frutos por planta no segundo ano de avaliação. A CPAC Roxa teve um acréscimo de 272% seguida da BRS Âmbar do Cerrado com 530% a mais de frutos por planta (Tabela 4.3). Estas diferenças podem ser explicadas pelo maior crescimento vegetativo das plantas de um

ano para o outro, acarretando em um maior número de cladódios e, conseqüentemente, maior número de gemas passíveis de se desenvolver em botões florais. Outra causa possível é a evolução da maturidade dos cladódios antigos, pois, atingindo tamanho e acúmulo reservas ideais, puderam expressar seu melhor potencial produtivo no segundo ano de avaliação.

Jiang et al. (2011) em experimento com plantas de *S. megalanthus* observaram que cladódios emitidos em safras anteriores apresentaram maior quantidade de botões florais por cladódio que os brotos jovens emitidos na entre safra. Estes autores também relataram que, entre os cladódios jovens, os cladódios mais longos apresentaram maior quantidade de flores que os cladódios mais curtos, fato também observado por Brito (2019) em estudo com plantas de *S. undatus*.

Costa et al. (2014) relataram que 96% dos cladódios de plantas de *S. undatus* que já haviam produzido frutos em safras anteriores voltaram a produzir frutos novamente, enquanto que dentre os cladódios jovens apenas 72% produziram frutos. Além disso, estes autores observaram que os cladódios mais antigos produziram 25% a mais de frutos que os cladódios jovens.

Fernandes et al. (2018) estudando o efeito da adubação em duas espécies de pitaya, além de perceber maior número de frutos em plantas submetidas à adubação potássica, observou aumento no número de frutos por planta no decorrer dos anos de cultivo. Estes autores relataram que plantas da espécie *S. undatus* e *H. polyrhizus* que produziram em média 11 a 15 frutos na primeira safra, chegaram a produzir em média 38 frutos por planta no terceiro ano de produção. Para a variável produção por planta (kg.PL^{-1}) a CPAC Roxa, a BRS Minipitaya do Cerrado e a BRS Âmbar do Cerrado apresentaram os menores valores nos dois anos de avaliação, não divergindo estatisticamente entre si. Na safra 19/20 o menor valor de kg.PL^{-1} obtido foi com a BRS Âmbar do Cerrado ($1,45 \text{ kg.planta}^{-1}$) enquanto que na safra 20/21 o menor valor para esta variável foi para a BRS Minipitaya do Cerrado ($3,57 \text{ kg.planta}^{-1}$). Os genótipos da espécie *S.*

undatus apresentaram valores de kg.PL^{-1} intermediários apresentando médias de 21,55 kg e 21,75 kg por planta no primeiro ano e de 27,06 kg e 28,95 kg por planta no segundo ano de avaliação para BRS Lua do Cerrado e BRS Luz do Cerrado, respectivamente (Tabela 4.3).

Os maiores valores para a variável kg.PL^{-1} nas duas safras de avaliação foram obtidos com a BRS Granada do Cerrado. Este genótipo produziu em média de 19,14 kg.planta^{-1} na safra 19/20 e de 49,86 kg.planta^{-1} na safra 20/21. Além disso, foi observado um aumento significativo entre o primeiro e segundo ano de avaliação somente para este genótipo, onde foi observado um acréscimo de 517% na variável kg.PL^{-1} da primeira para a segunda safra (Tabela 4.3). Fernadandes et al. (2018) estudando o efeito da adubação em duas espécies de pitaya, também observou incremento na produção das plantas de *S. undatus* e *H. polyrhizus* no decorrer dos primeiros três anos após a instalação do pomar.

Da mesma maneira a BRS Granada do Cerrado teve a maior produtividade estimada (ton.ha^{-1}) nos dois anos de avaliação. A produtividade média foi de 15,95 ton.ha^{-1} na safra 19/20 e de 41,55 ton.ha^{-1} na safra 20/21, valores que representam um acréscimo de 161% do primeiro para o segundo ano de avaliação (Tabela 4.3).

Os menores valores para a variável ton.ha^{-1} nos dois anos de avaliação foram observadas para a CPAC Roxa, a BRS Minipitaya do Cerrado e a BRS Âmbar do Cerrado, as quais não diferiram estatisticamente entre si. Na safra 19/20, o menor valor foi observado para a BRS Âmbar do Cerrado com média de 1,21 ton.ha^{-1} , enquanto que na safra 20/21 o menor valor foi para a BRS Minipitaya do Cerrado, com 2,97 ton.ha^{-1} (Tabela 4.3).

Foram observados valores intermediários para produtividade estimada (ton.ha^{-1}) para os genótipos da espécie *S. undatus* diferindo estatisticamente dos demais genótipos nos dois anos de avaliação. Na safra 19/20 observou-se média de 17,96 kg e de 18,13 ton.ha^{-1} , enquanto que na safra 20/21 os valores médios foram de 22,55 ton e 24,12 ton.ha^{-1} para a BRS Lua do Cerrado e BRS Luz do Cerrado, respectivamente (Tabela 4.3).

Costa et al. (2015) estudando o efeito de diferentes tipos de adubação em plantas de *S. undatus*, observou incremento na produtividade com a aplicação conjugada de esterco de boi e galinha com granulado bioclástico. Estes autores observaram produtividades máximas de 17,16 ton.ha⁻¹, valores semelhantes aos observados para os genótipos de mesma espécie na safra 19/20 do presente experimento.

Os resultados do presente experimento demonstraram que o híbrido interespecífico (BRS Granada do Cerrado) possui maior capacidade produtiva que as espécies que deram origem ao cruzamento (*S. undatus* e *S. costaricensis*). Este fato pode ser resultado da explosão de heterose ocorrida no cruzamento entre os genótipos das espécies *S. undatus* e *S. costaricensis*, o qual originou um descendente mais produtivo que os dois parentais, fato comumente chamado de vigor híbrido. Em maracujá, o cruzamento interespecífico pode ser utilizado visando o aumento da produtividade de genótipos devido à capacidade de exploração do vigor híbrido pelo cruzamento entre dois genótipos contrastantes (JUNQUEIRA et al., 2005).

Neste sentido, os resultados do presente experimento comprovam a importância do melhoramento genético de plantas e da seleção de genótipos superiores e mais adaptados para a região de cultivo, a fim de garantir maior rentabilidade e produtos de melhor qualidade ao produtor rural.

Tabela 4.3 - Valores médios para número de frutos por planta (NF.PL⁻¹), produção por planta (kg.PL⁻¹) e produtividade estimada (ton.ha⁻¹) de seis genótipo de pitaya (*Hylocereus* sp. e *Selenicereus* sp.). Planaltina – DF, 2021.

Genótipo	NF.PL ⁻¹		kg.PL ⁻¹		ton.ha ⁻¹	
	Safra 19.20	Safra 20.21	Safra 19.20	Safra 20.21	Safra 19.20	Safra 20.21
CPAC Roxa	19,05 a A	70,95 a B	4,96 a A	11,43 a A	4,13 a A	9,52 a A
BRS Minipitaya do Cerrado	28,05 a A	53,35 a A	2,40 a A	3,57 a A	2,00 a A	2,97 a A
BRS Granada do Cerrado	88,80 b A	234,30 b B	19,14 b A	49,86 c B	15,95 b A	41,55 c B
BRS Âmbar do Cerrado	10,35 a A	65,25 a B	1,45 a A	8,92 a A	1,21 a A	7,44 a A
BRS Lua do Cerrado	38,60 ab A	45,05 a A	21,55 b A	27,06 b A	17,96 b A	22,55 b A
BRS Luz do Cerrado	38,40 ab A	52,10 a A	21,75 b A	28,95 b A	18,13 b A	24,12 b A

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e pela mesma letra maiúscula dentro de cada variável não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 1% de significância.

4.4 CONCLUSÕES

Os genótipos de pitaya desenvolvidos pela Embrapa Cerrados diferem entre si quanto às características físicas e capacidade de produção.

Os genótipos da espécie *S. undatus* produzem frutos maiores e mais pesados.

A BRS Minipiytaya do Cerrado produz frutos menores, podendo ser uma alternativa para a comercialização no mercado de “frutas baby”.

A BRS Granada do Cerrado produz mais frutos por planta, possui maior capacidade de produção por planta, acarretando em uma maior produtividade esperada por hectare.

4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARO, A. A.; FAGUNDES, P. R. S.; ALMEIDA, G. V. B. Importância econômica da fruticultura. *In*: DONADIO, L. C. **História da Fruticultura Paulista**. Jaboticabal: Maria de Lourdes Brandel – ME, 2010. p.4-32.

CAMPOS, H. **Estatística aplicada à experimentação com cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ, 1984.

CHEOK, C. Y.; ADZAHAN, N. M.; RAHMAN, R. A.; ABEDIN, N. H. Z.; HUSSAIN, N.; SULAIMAN, R.; CHONG, G. H. Current trends of tropical fruit waste utilization. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 58, p. 335-361, 2018.

CHIK, C. T.; BACHOK, S.; BABA, N. ABDULLAH, A.; ABDULLAH, N. Quality Characteristics and Acceptability of Three Types of Pitaya Fruits in a Consumer Acceptance Test. **Journal of Tourism, Hospitality & Culinary Arts**, v. 3, p. 89-98, 2011.

CHO, J. L. Y.; DING, P.; RAZAK, A. R. A.; WAHAB, Z. Influences of pollen load and quality on fruit development of red-fleshed dragon fruit. *In*: MALAYSIAN SOCIETY OF PLANT PHYSIOLOGY CONFERENCE, 20., 2009, Port Dickson. **Anais...** Port Dickson: Avillion Admiral Cove, 2009. p. 61-64.

CORDEIRO, M. H. M.; SILVA, J. M.; MIZOBUTSI, G. P.; MIZOBUTSI, E. H.; MOTA, W. F. Caracterização física, química e nutricional da pitáia-rosa de polpa vermelha. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, p. 20-26, 2015.

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

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.

DE DIOS, H. C. A new subspecies of *Hylocereus undatus* (Cactaceae) from southeastern Mexico. **Haseltonia**, v. 11, p. 11-17, 2005.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. Pitayas: atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação na Embrapa Cerrados. **Embrapa Cerrados**, Planaltina, 2021.

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

FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. Maceió: EDUFAL, 1991.

GENGATHARAN, A.; DYKES, G.; CHOO, W. S. Betalains: natural plant pigments with potential application in functional foods. **LWT-Food Science and Technology**, v. 64, p. 645-649, 2015.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: Degaspari, 2000.

JIANG, Y. U.; LIN, T. S., LEE, C. L.; YEN, C. R.; YANG, W. J. Phenology, Canopy Composition, and Fruit Quality of Yellow Pitaya in Tropical Taiwan. **HortScience**, v. 46, p. 1497-1502, 2011.

JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F.; FALEIRO, F. G.; PEIXOTO, J. R.; BERNACCI, L. C. Potencial de espécies silvestres de maracujazeiro como fonte de resistência a doenças. *In*: FALEIRO F. G., JUNQUEIRA, N. T. V., BRAGA M. F. **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p.81-108.

JUNQUEIRA, K. P.; JUNQUEIRA, N. T. V.; RAMOS, J. D.; PEREIRA, A. V. Informações preliminares sobre uma espécie de pitaya do Cerrado. **Documentos/EMBRAPA Cerrados**, Planaltina, n. 62, dezembro, 2002.

LIMA, C. A. **Caracterização, Propagação e Melhoramento Genético de Pitaya Comercial e Nativa do Cerrado**. Orientador: Fábio Gelape Faleiro. 2013. 124p. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Agronomia, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

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

LIMA, C. A.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. Diversidade genética intra e interespecífica de pitaia com base nas características físico-químicas de frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, p. 1066-1072, 2013.

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

MAGALHÃES, D. S.; RAMOS, J. D.; PIO, L. A. S.; BOAS, E. V. B. V.; PASQUAL, M.; RODRIGUES, F. A. Physical and pehysicochemical modifications of white-fleshed pitaya throughout its development. **Scientia Horticulturae**, v. 243, p. 537-543, 2019.

MEDEIROS, S. A. F.; YAMANISHI, O. K.; PEIXOTO, J. R.; PIRES, M. C.; JUNQUEIRA, N. T. V.; Ribeiro, J. G. B.L. Caracterização físico-química de progênies de maracujá-roxo e maracujá-azedo cultivados no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, p. 492-499, 2009.

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, 2015a.

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 pitaia vermelha durante a maturação. **Semina**, v. 36, p. 631-644, 2015b.

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

NORDIN, M. F. M.; DAUD, W. R. W.; TALIB, M. Z. M.; HASSAN, O. Effect of process parameters on quality properties of microwave dried red pitaya (*Hylocereus costaricensis*). **International Journal of Food Engineering**, v. 4, p. 1-17, 2008.

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

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.

OSUNA-ENCISO, T.; VALDEZ-TORRES, J. B.; SAÑUDO-BARAJAS, J. A.; MUY-RANGEL, M. D.; HERNÁNDEZ-VERDUGO, S.; VILLARREAL-ROMERO, M.; OSUNA-RODRÍGUEZ, J. M. Reproductive phenology, yield and fruit quality of pitahaya (*Hylocereus undatus* (How.) Britton and Rose) in Culiacan valley, Sinaloa, Mexico. **Agrociencia**, v. 50, p. 61-78, 2016.

PASSOS, O. S.; SOUZA, J. S. Considerações obre fruticultura brasileira, com ênfase no nordeste. **Documentos/Embrapa**, Cruz das Almas, n. 54, maio, 1994.

PATWARY, M. M. A.; RAHMAN, M. H.; BARUA, H.; SARKAR, S.; ALAM, M. S. Study on the Growth and Development of two Dragon Fruit (*Hylocereus undatus*) Genotypes. **The Agriculturists**, v. 11, p. 52-57, 2013.

RAMOS, J. D.; LAREDO, R. R.; SANTOS, V. A.; OLIVEIRA, E. R.; MORAES, K. S.; TOSTES, N. V. Desponte de Cladódios de Pitaia Vermelha de Polpa Branca. **Uniciências**, v. 22, p. 8-11, 2018.

SATO, S. T. A.; RIBEIRO, S. 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**, v. 1, p. 46-56, 2014.

SILVA, C. S.; LIMA, L. C.; SANTOS, H. S.; CAMILI, E. C.; VIEIRA, C. R. Y. I.; MARTIN, C. S. Amadurecimento da banana-prata climatizada em diferentes dias após a colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, p. 103-111, 2006.

SILVA, J. A. A.; GRIZOTTO, R. K.; MIGUEL, F. B.; BÁRBARO, I. M. Caracterização físico-química de frutos de clones de doviális (*Dovyalis abyssinica* var. *arb*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, p.466-472, 2011.

SILVA, L. G.; MENDES, I. C.; REIS JÚNIOR, F. B.; FERNANDES, M. F.; MELO, J. T.; KATO, E. Atributos físicos, químicos e biológicos de um Latossolo de Cerrado sob plantio de espécies florestais. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/EMBRAPA Cerrados**, Planaltina, n. 256, junho, 2009.

SNEDECOR, G. W.; COCHRAN, W. G. **Statistical methods**. Ames: The Iowa State University, 1980.

TRAN, D. H.; YEN, C. R. Morphological Characteristics and Pollination Requirement in Red Pitaya (*Hylocereus* spp.). **International Scholarly and Scientific Research & Innovation**, v. 8, p. 268-272, 2014.

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.

WILLS, R.; MCGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. **Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals**. Melbourne: New South Wales University, 1998.

YAH, A. R. C.; PEREIRA, S. S.; VELOZ, C. S.; SAÑUDO, R. B.; DUCH, E. S. Cambios físicos, químicos y sensoriales em frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante su desarrollo. **Revista Fitotecnia Mexicana**, v. 31, p. 1-5, 2008.