



THATIANE PADILHA DE MENEZES

**POLINIZAÇÃO E MATURAÇÃO DE PITAIA
VERMELHA [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton
& Rose]**

LAVRAS – MG

2013

THATIANE PADILHA DE MENEZES

POLINIZAÇÃO E MATURAÇÃO DE PITAIA VERMELHA [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose]

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

Orientador

Dr. José Darlan Ramos

LAVRAS - MG

2013

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Menezes, Thatiane Padilha de.

Polinização e maturação de pitaia vermelha [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose] / Thatiane Padilha de Menezes. –
Lavras : UFLA, 2013.

102 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

Orientador: José Darlan Ramos.

Bibliografia.

1. *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose. 2. Biologia reprodutiva. 3. Qualidade de fruto. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 634.775

THATIANE PADILHA DE MENEZES

POLINIZAÇÃO E MATURAÇÃO DE PITAIA VERMELHA [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose]

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 02 de agosto de 2013.

Dr. Adriano Teodoro Bruzi	UFLA
Dr. Ângelo Albérico Alvarenga	EPAMIG
Dr. José Carlos Moraes Rufini	UFSJ
Dra. Leila Aparecida Salles Pio	EMBRAPA/UFLA

Dr. José Darlan Ramos
Orientador

LAVRAS - MG
2013

*Aos meus pais, Antonio Mauricio Menezes e Maria Tereza Menezes, a minha
querida irmã Daniella e a amada Laura,*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre comigo, por colocar pessoas maravilhosas em meu caminho e por permitir esta tão sonhada realização.

Aos meus amados pais, a minha irmã e a nossa pequena Laura. Por todo carinho, por estarem em todos os momentos comigo, por serem meu apoio, meu porto seguro. A vocês, dedico esta conquista.

A tia Maria e a avó Conceição por todas as orações e torcidas.

Ao professor Nadiel Massahud pelo incansável apoio, incentivo, confiança e amizade.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) pela minha formação e ao Departamento de Agricultura pela oportunidade da realização do doutorado.

Ao Prof. Dr. José Darlan Ramos por ter me acolhido, orientado, pelos ensinamentos acadêmicos e de vida, pela amizade e confiança. A você professor, sempre minha admiração.

Ao professor Dr. Adriano Teodoro Bruzi pela contribuição imprescindível para condução deste trabalho, pelos ensinamentos, apoio e atenção.

A Dra. Leila Salles Pio pela amizade e ensinamentos.

Aos membros da banca pela disponibilidade e pelas valiosas sugestões dadas.

Ao professor Dr. Luiz Carlos Lima pelo apoio e disponibilidade. Ao Departamento de química por dispor da infra-estrutura para as análises.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de estudos.

Aos colegas e amigos da pós-graduação e principalmente pelas novas amizades conquistadas!

Aos amigos e funcionários do setor de fruticultura pela convivência e amizade e, em especial, a Ana Claudia pelo auxílio na condução dos experimentos.

A secretária do programa de Pós-graduação do Departamento de Agricultura, Marli Tulio, pela amizade e paciência.

Enfim, a todos que contribuíram para que este trabalho fosse realizado.

Muito obrigada!

RESUMO

A diversificação da fruticultura através do cultivo de frutíferas não convencionais é uma alternativa de renda aos produtores rurais. Dentre as espécies exóticas cultivadas, destaca-se a pitaia vermelha como uma das opções. No entanto, há uma carência de informações sobre a polinização e seus efeitos na qualidade dos frutos nesta espécie, assim como o estágio de maturação ideal para a colheita dos frutos. Neste sentido, o presente trabalho teve por objetivo estudar a autopolinização espontânea da pitaia, a polinização artificial em diferentes épocas de florescimento e a maturação dos frutos visando definir o ponto ideal de colheita. Para isso, foram conduzidos três experimentos no setor de fruticultura da Universidade Federal de Lavras, utilizando clones de *Hylocerus undatus* (Haw.) durante o florescimento. No primeiro estudo foram avaliados a percentagem de fixação de frutos pela autopolinização espontânea e as seguintes características químicas e físicas dos frutos foram avaliadas: massa de fruto e massa de polpa, diâmetro transversal e longitudinal do fruto, espessura de casca, acidez titulável (%), pH, sólidos solúveis, relação sólidos solúveis:acidez titulável, número de sementes por fruto, peso total das sementes por fruto, além da viabilidade das sementes formadas através da percentagem de germinação. Também foram analisados frutos oriundos de polinização natural colhidos aleatoriamente na área. O delineamento experimental para as análises laboratoriais foi o inteiramente casualizado, sendo sete repetições e um fruto por repetição. Para o estudo da germinação utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições e cinquenta sementes por repetição. Concluiu-se que o ensacamento das flores de pitaia pode interferir negativamente na produção dos frutos e que frutos oriundos da autopolinização espontânea apresentam características físicas inferiores aos frutos obtidos pela polinização natural. No segundo trabalho objetivou-se estudar a eficiência da autopolinização manual e da polinização manual cruzada em *Hylocereus undatus*, em duas épocas. O delineamento experimental utilizado em campo foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2 (duas épocas de polinização – janeiro e abril e dois tipos de polinização manual), com quinze repetições, sendo uma flor por repetição. Foram avaliadas a fixação e a qualidade dos frutos obtidos, além da viabilidade das sementes formadas. Constatou-se que a polinização artificial é uma alternativa para a produção de frutos de pitaia. As características físicas dos frutos são superiores quando as flores são polinizadas em abril, independente do tipo de polinização realizada. As características químicas foram influenciadas pelo tipo de polinização e época do florescimento. Nos dois experimentos foram verificados altos percentuais de germinação das sementes, não diferindo estatisticamente em nenhum dos tratamentos estudados. No terceiro experimento objetivou-se definir o estágio

ótimo de colheita da pitaia. Para isso, foram avaliadas as seguintes características: massa fresca do fruto, diâmetro longitudinal e transversal, cor de casca, firmeza da polpa, teores de sólidos solúveis totais, acidez total titulável, ratio e pH. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, representado pelos períodos de coleta dos frutos (dias após a antese). Em cada período de avaliação foram coletados sete frutos, representando as repetições, sendo um fruto em cada repetição. Os resultados indicaram que o ponto ideal para a colheita de pitaia vermelha ocorre aos 41 dias após a antese. Neste estágio, os frutos apresentaram maior massa, maior intensidade de coloração vermelha na casca, menor firmeza da polpa, maior teor de sólidos solúveis e menor acidez.

Palavras-chave: *Cactaceae*. Alogamia. Ponto de colheita. Biologia reprodutiva.

ABSTRACT

The diversification of fruit growing through the cultivation of non-conventional fruit trees is an income alternative to the farmers. From among the cultivated exotic species, the white-fleshed pitahaya stands out as one of the options. Nevertheless, there is a lack of information about pollination and its effects on the fruit quality in this species, hence about the ideal maturation stage of the harvest of fruits. In this sense, the present work intended to study the spontaneous pollination of the pitahaya, artificial pollination at different flowering times and the maturation of the fruits aiming to define the ideal harvest point. For this purpose, three experiments were conducted in the Fruit Culture sector of the Universidade Federal de Lavras (Federal University of Lavras), utilizing clones of *Hylocerus undatus* (Haw.) during flowering. In the first study, the percentage of fruit set by the spontaneous self-pollination and the following chemical and physical characteristics of the fruits: fruit mass and pulp mass, transverse and longitudinal diameter of the fruit, skin thickness, titratable acidity (%), pH, soluble solids, soluble solids: titratable acidity, number of seeds per fruit, total weight of the seeds per fruit, in addition to the viability of the seeds formed through the germination percentage were evaluated. Also, fruits coming from natural pollination collected randomly in the area were surveyed. The experimental design for the laboratory analyses was the completely randomized, that is, seven replications and one fruit per replication and fifty seeds per replication. It follows that the bagging of pitahaya flowers can interfere negatively upon the fruit production and fruits come from spontaneous self-pollination present physical characteristics inferior to the fruits obtained by natural pollination. In the second work, it was aimed to study the efficiency of the hand self-pollination and handcross-pollination on *Hylocereus undatus* in two seasons. The experimental design utilized in field was the completely randomized in factorial scheme 2 x 2 (two pollination times – January and April and two sorts of hand-pollination), with fifteen replications, namely, one flower per replication. Both the set and the quality of the fruits obtained in addition to the viability of the formed seeds were evaluated. It was found that artificial pollination is an alternative for the production of pitahaya fruits. The physical characteristics of the fruits are superior when the flowers are pollinated in April, regardless of the sort of pollination performed. The chemical characteristics were influenced by the type of pollination and flowering season. High percents of germination of the seeds were found in the two experiments, not differing statistically in any of the treatments studied. In the third experiment, it was aimed to define the optimum stage of harvest for the pitahaya. For that purpose, the following characteristics were evaluated: fresh mass of the fruit, longitudinal and transversal diameter, skin color, pulp firmness, contents of total soluble

solids, total titratable acidity, ratio and pH. The experimental design utilized was the completely randomized, represented by the harvest periods of fruits(days after anthesis). In each evaluation period, seven fruits were collected, representing the replications, namely, a fruit in each replication. The results pointed out that the ideal point for the harvestn of white-fleshed pitahaya takes place at 41 days after anthesis. In this stage, the fruits showed greater mass, higher intensity of red color on the skin, less firmness of the pulp, greater content of soluble solids and lower acidity.

Keywords: *Cactaceae*. Alogamy. Harvest point. Reproductive biology.

SUMÁRIO

	CAPÍTULO 1	12
1	INTRODUÇÃO GERAL	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	Características da cultura da pitaia	16
2.2	Biologia reprodutiva da pitaia	18
2.3	Maturação de frutos	23
	REFERÊNCIAS	26
	CAPÍTULO 2 Autopolinização e qualidade de fruto em pitaia vermelha	34
1	INTRODUÇÃO	36
2	MATERIAL E MÉTODOS	38
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4	CONCLUSÕES	47
	REFERÊNCIAS	48
	CAPÍTULO 3 Polinização artificial em pitaia vermelha	51
1	INTRODUÇÃO	53
2	MATERIAL E MÉTODOS	55
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
4	CONCLUSÕES	69
	REFERÊNCIAS	70
	CAPÍTULO 4 Características físicas e químicas de pitaia vermelha durante a maturação	73
1	INTRODUÇÃO	75
2	MATERIAL E MÉTODOS	77
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	81
3.1	Características físicas	81
3.2	Características químicas	86
4	CONCLUSÕES	93
	REFERÊNCIAS	94
	ANEXOS	98

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

Pitaya, pitahaya, ou em português, pitaia, refere-se ao nome dado ao fruto de várias espécies de cactos epífitos (BARBEAU,1990), pertencentes à família *Cactaceae*, nativa das Américas (LUDERS;MCMAHON, 2006). É também conhecida como “Fruta dragão”, nos países do oriente, pela semelhança com as escamas características da figura do dragão, ou ainda como “Rainha da noite”, devido às suas flores, brancas ou rosadas, abrirem somente à noite e fecharem-se na manhã seguinte (MIZRAHI;NERD, 1999).

As *Cactaceas*, dos gêneros *Hylocereus* e *Selenicereus* (Pitaias), da América Tropical e Subtropical pertencem a um grupo de novas frutas com potencial para serem cultivadas (TEL-ZUR; ABBO; MIZARHI, 2004), sendo a pitaia vermelha e a amarela com possibilidades expressivas na comercialização.

A pitaia vermelha, *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose, recebeu primeiramente o reconhecimento como uma planta ornamental, por apresentar flores exuberantes, perfumadas e de antese noturna. Posteriormente sua importância mundial foi devida aos seus frutos, utilizados como fonte de alimento.

Outras espécies de cactos que produzem frutos comestíveis são a *Hylocereus polyrhizus*, *Hylocereus setaceus* (Salm-Dyck) Ralf Bauer e *Selenicereus megalanthus*. A *Hylocereus polyrhizus* tem a casca e a polpa vermelha, enquanto que a *Selenicereus megalanthus*, denominada de pitaia amarela, apresenta a casca amarela e a polpa branca (LUDERS;MCMAHON, 2006), já a *Hylocereus setaceus*, conhecida como saborosa é comumente encontrada na cidade de Lavras-MG, vegetando sobre árvores (MARQUES, 2012).

É uma cultura com potencial para rápido retorno econômico, pois pode produzir no primeiro ano após o plantio em algumas regiões (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006; ZEE; YEN; NISHINA, 2004) e a estabilização da produção ocorre no 5º e 6º ano de cultivo, e se bem manejada, pode ser mantida por 15 a 20 anos (NERD; TEL-ZUR; MIZRAHI, 2002). A sua produtividade é variável de acordo com as condições edafoclimáticas, técnicas de cultivo e idade do pomar (LE BELLEC; VAILLANT, IMBERT, 2006).

No Brasil, são encontrados pequenos plantios de pitaia localizados principalmente no Estado de São Paulo, na região de Catanduva. Devido ao seu valor nutricional e com o aumento do consumo de frutas exóticas, os fruticultores interessaram-se no plantio e no cultivo desta frutífera. A produção dos frutos na região Sudeste ocorre durante os meses de dezembro a maio. A produtividade média anual é de 14 toneladas de fruto/ha (BASTOS et al., 2006).

A pitaia pode ser consumida como fruta fresca, suco, polpa, sorvete, musse, e pode ser usada como corante de doces. Tem valor medicinal pela presença, no fruto, de captina, que é considerado um tônico cardíaco, e suas sementes têm efeito laxante, sendo eficaz no controle de gastrite e infecções dos rins. É utilizada também para preparo de xampu e tem efeito contra dor de cabeça (DONADIO, 2009). O interesse pela cultura é recente, sendo necessários mais conhecimentos, envolvendo as práticas agronômicas, genéticas e tecnológicas (MARQUES, 2010).

Um dos fatores que podem limitar a produção de frutos é a polinização ineficiente. Em algumas espécies, pesquisas envolvendo a influência da polinização na frutificação e na qualidade dos frutos estão sendo feitas para elucidação. No entanto, ainda são poucas as informações referentes ao assunto em causa.

Diversos fatores podem influenciar no sucesso da polinização das flores, entre eles destacam-se o horário de polinização, a eficiência de agentes

polinizadores, viabilidade do pólen, condições edafoclimáticas do local. De acordo com Pereira et al. (2003), a polinização artificial, em diversas horas do dia influência no peso dos frutos. Melo et al. (2002) relatam que a época da polinização interfere na percentagem de frutos vingados, e que a temperatura e a umidade relativa do ar, aliada a polinização artificial aumentam a produtividade.

Devido à incorporação de novas técnicas de cultivo pelo desenvolvimento da agricultura, a polinização pode-se constituir num fator limitante na produção agrícola dos países tropicais (COUTO, 2006).

A fragmentação de habitats, o uso de produtos químicos agrícolas e industriais, parasitas e doenças podem contribuir para o declínio das populações de polinizadores. Salienta-se que a não otimização da polinização pode resultar em perdas de produtividade e de qualidade dos produtos agrícolas (BRASIL, 2006).

Outro aspecto relevante na produção agrícola é o ponto ideal de colheita dos frutos. O conhecimento do padrão de crescimento dos frutos durante o desenvolvimento é necessário para definir técnicas de colheitas, manuseio e conservação pós-colheita, assim como para definir índices de maturação e qualidade dos frutos (ARAÚJO NETO et al., 2001).

Para Arouchaet al. (2007) as informações sobre parâmetros físicos e químicos de frutos durante o desenvolvimento são importantes por auxiliarem no manejo da cultura e na determinação do ponto de colheita. A qualidade organoléptica, nutricional e pós-colheita da pitáia dependem principalmente do grau de maturidade da colheita (CENTURIÓN et al., 1999). No entanto, no Brasil, há pouco conhecimento científico sobre a fisiologia dos frutos de pitáia e o estágio ótimo de colheita, o que pode ocasionar perdas na qualidade dos frutos e menor aceitação do produto pelos consumidores quando colhidos em épocas de maturação inadequadas.

Diante do exposto, percebe-se a relevância de trabalhos objetivando estudar o desenvolvimento de frutos de pitaia para a determinação do ponto satisfatório de colheita por meio de parâmetros químicos e físicos, assim como o estudo de polinização artificial na cultura, relacionando-a à qualidade do fruto.

Vale ressaltar, que a pitaia vermelha é uma fruta exótica, com alto potencial no mercado nacional e uma alternativa de diversificação de cultivo para pequenos e grandes produtores. Assim, estudos inerentes a esta frutífera são de grande importância.

Assim, o presente trabalho teve por objetivo estudar a autopolinização espontânea da pitaia, a polinização artificial em diferentes épocas de florescimento e a maturação dos frutos visando definir o ponto ideal de colheita.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Características da cultura da pitaia

A pitaia é uma planta nativa da América, pertencente à família *Cactaceae*, sendo duas as principais espécies comerciais: a de casca vermelha *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose e a de casca amarela - *Selenicereus megalanthus* (Schum ex. Vaupel, Moran). A pitaia amarela possivelmente é originária da Colômbia ou Equador e a vermelha é encontrada no México, Guatemala, Costa Rica e El Salvador (DONADIO, 2009).

As *Cactaceas* compreendem entre 120 a 200 gêneros, consistindo de 1500 a 2000 espécies, encontradas principalmente em regiões semidesérticas, e regiões tropicais da América Latina (SPICHIGER; SAVOLAINEN; FIGEAT, 2000). O grupo das espécies de *Hylocereus* engloba 16 espécies e a *Selenicereus*, 20 espécies.

Na América Latina, muitas espécies de pitaia são cultivadas, estando agrupadas em quatro gêneros principais: *Stenocereus* Britton & Rose, *Cereus* Mill., *Selenicereus* (A. Berger) Riccob e *Hylocereus undatus* Britton & Rose (BRITTON; ROSE, 1963; MIZRAHI; NERD; NOBEL, 1997).

A pitaia é uma planta perene, trepadeira, silvestre e pouco exigente em relação a qualidade de solo, podendo crescer em copa de árvores, rochas, paredes ou no chão (ALVARADO; CRUZ; RINDERMANN, 2003).

São plantas xerófitas, rupículas ou terrestres, ramificadas, apresentando caules divididos em artículos, denominados de cladódios, de coloração verde quando jovens e grisáceos ao envelhecer, e geralmente possuem espinhos de 1 a 4 mm de comprimento (BARROSO; PEIXOTO; COSTA, 1978; CULLMANN; GOETZ; GROENER, 1987; MADGWICH, 1991).

Os cladódios são triangulares, suculentos, com nervuras mais ou menos onduladas e emitem raízes. Dependendo das condições climáticas podem medir de alguns centímetros a mais de 35 metros.

O sistema radicular é considerado como fasciculado, superficial e assimila baixos teores de nutrientes do solo (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006). As raízes são fibrosas e possuem um grande número de raízes adventícias que permitem fixar a planta em suportes, assim como absorver água e nutrientes (ALVARADO; CRUZ; RINDERMANN, 2003) e não possuem ação parasítica (HERNANDÉZ, 2000).

A propagação da pitaia é realizada por estaquia, sendo o método sexual utilizado em programas de melhoramento, objetivando-se variabilidade (PIMENTA, 1990). Tem alto potencial produtivo e pode ser cultivada em áreas com baixa pluviosidade ou com períodos de secas sazonais, pois considera-se que seu requerimento por água é baixo (ALVARADO; CRUZ; RINDERMANN, 2003).

A modificação do caule para o armazenamento de água, a redução ou ausência de folhas, a superfície cerosa e a abertura dos estômatos à noite para a absorção de dióxido de carbono permitem que as plantas tolerem condições adversas (processo CAM - Metabolismo Ácido das Crassuláceas) (LUDERS; MCMAHON, 2006).

Devido às mudanças climáticas que vem ocorrendo em todas as regiões do mundo e, principalmente pela crescente falta de água em muitas áreas, as pitaia terão uma importância significativa, já que apresentam habilidades para produzir frutos em condições de recursos hídricos limitados (MIZRAHI; NERD; SITRIT, 2002).

Assim, a robustez das espécies de *Hylocerus* propicia o seu desenvolvimento em diferentes condições ecológicas (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006). Podem se desenvolver em climas muito quentes,

com temperatura de até 38°C a 40°C (BARBEAU, 1990), no entanto, são menos resistentes à exposição direta ao sol, desenvolvendo-se melhor à meia sombra (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO, 2001). No Deserto de Neveg, em Israel, as condições mais favoráveis ao crescimento e produção de frutos foram encontrados sob sombreamento de 30% para *Hylocereus polyrhizus*. Já na Antilhas Francesas, o cultivo de *Hylocereus trigonus* só é possível sob 50% de sombreamento (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006). Em Israel, temperaturas inferiores a 4°C podem provocar injúrias pelo frio, no entanto, quando a temperatura se eleva, é rápida sua recuperação (NERD; TEL-ZUR; MIZRAHI, 2002).

A pitiaia vermelha produz um fruto elipsoidal ou oval, de 10 a 20 cm de diâmetro. A polpa é branca com numerosas sementes pretas, a coloração da casca varia de vermelho a vermelho púrpura, coberta por brácteas salientes de forma irregular dispostas em forma mais ou menos helicoidal. O fruto tem sabor adocicado, um pouco ácido, de aroma suave e fragrância delicada. Devido a sua aparência externa é considerado como um dos frutos mais belo do mundo (CENTURIÓN et al., 1999).

Com a crescente demanda por frutos exóticos mundialmente, o mercado da pitiaia tem sido favorecido, aumentando o potencial econômico e agrônômico da cultura (YAHet al., 2008).

2.2 Biologia reprodutiva da pitiaia

As flores da pitiaia são laterais, noturnas, com comprimento de 20 a 35 cm, brancas e completas. Os estames são numerosos, sendo encontrados acima de 800 em uma única flor, dispostos em duas fileiras, ao redor do pistilo formado por 14 a 28 estiletos de coloração creme. As sépalas são de cor verde-clara e o pólen abundante e amarelo (DONADIO, 2009).

O estigma da pitiaia contém projeções carnosas, denominadas lobos do estigma, apresentando 20 a 27 lóbulos. O ovário é ínfero, localizando-se abaixo das outras partes florais, os estames têm diversas alturas, e sempre está localizado a uma altura inferior a do estigma, sendo este único e central. A altura superior do estigma em relação a antera é considerada uma estratégia ecológica da planta, denominada de heterostilia, o que dificulta a autopolinização (MARQUES, 2010).

Do desenvolvimento do ovário forma-se a polpa dos frutos e a casca é formada a partir do receptáculo que circunda o ovário (MIZRAHI; NERD, 1999).

A antera nos clones de *Hylocereus* sp. situa-se pelo menos 2 cm abaixo do estigma (WEISS; NERD; MIZRAHI, 1994), provavelmente esta é a razão das plantas de *Hylocereus undatus* não serem autógamas (MERTEN, 2003). Em *S. megalanthus*, os estigmas e as anteras localizam-se na mesma altura (WEISS; NERD; MIZRAHI, 1994).

A antese das flores é noturna, com duração aproximadamente de 15 horas (MARQUES et al., 2011). O início da antese ocorre no final da tarde, aproximadamente às 17h e a abertura máxima da flor, acontece entre 23h do primeiro dia até a 1h do dia seguinte (MARQUES, 2010). Assim, as flores permanecem abertas por apenas um dia e fecham-se (fecundadas ou não) na manhã do dia após a antese. A parte inferior das flores não fertilizadas torna-se amareladas e caem inteiras após quatro a seis dias. E quando fecundadas, a parte inferior torna-se esverdeada e há um aumento de volume, indicando a fixação do fruto (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006).

A alta umidade relativa do ar e a precipitação apresentam correlação positiva com a emissão de flores e frutos. Além desses fatores, o período reprodutivo é influenciado pelas altas temperaturas do verão (MARQUES, 2010) e é uma espécie dependente do fotoperíodo, caracterizando-se como de dias

longos (LUDERS, 2004). Dessa forma, para uma produção regular de frutos durante o ano, é importante o conhecimento das relações entre florescimento e condições ambientais (RAVEH; NERD; MIZRAHI, 1998).

Os episódios de floração são cíclicos e ocorrem durante todo o período do florescimento. No hemisfério Sul, o florescimento ocorre entre novembro a abril, com 5 a 6 surtos de floração (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006). No município de Lavras – MG, o florescimento compreende de novembro a março e a frutificação ocorre de janeiro a maio, sendo possível observar plantas com botões florais em estágio inicial, botões em desenvolvimento, frutos verdes e maduros em um mesmo período, sendo cerca de 50 a 60 dias o período de emissão do botão floral até a maturação do fruto (MARQUES et al., 2011).

As plantas pertencentes à família das *Cactaceae*s desenvolveram evolutivamente flores com caracteres morfofuncionais interpretados como adaptativos a diferentes grupos de visitantes florais, em especial os insetos (CASAS et al., 1999; COLAÇO et al., 2006; MCFARLAND; KEVAN; LANE, 1989; NEGRÓN-ORTIZ, 1998; OSBORN; KEVAN; LANE, 1988; SCHLINDWEIN; WITTMANN, 1997), morcegos (CASAS et al., 1999; IBARRA-CERDENÑA; IÑIGUEZ-DÁVALOS; SÂNCHEZ-CORDERO, 2005; NASSAR; HARMRICK; FLEMING, 2003) e pássaros (CASAS et al., 1999; COLAÇO et al., 2006; OSBORN; KEVAN; LANE, 1988).

A polinização consiste na deposição do pólen sobre o estigma da flor. É influenciada por agentes bióticos, como insetos ou animais polinizadores, ou abióticos, como o vento (BRUCKNER, 2008).

As características das flores da pitáia são adaptadas para a polinização por mariposas e morcegos (MERTEN, 2003). Entretanto, Marques et al. (2012) observaram que no município de Lavras-MG, a polinização cruzada em pitáia vermelha, foi realizada apenas por abelhas (*A. mellifera*), não sendo encontrados como polinizadores morcegos e pássaros.

A coloração branca das flores da pitaia permite uma melhor visualização a noite, contribuindo para a sua polinização, além do odor agradável que emitem (MARQUES et al., 2012).

As abelhas não são eficientes na polinização de flores de *Hylocereus* sp. (WEISS; NERD; MIZRAHI, 1994) devido ao tamanho da flor e do arranjo de suas partes (MERTEN, 2003). Flores polinizadas por abelhas resultam em frutos menores que aqueles obtidos pela polinização manual, e a frutificação também é menor (NERD;MIZRAHI, 1997). Salienta-se que o tamanho dos frutos em pitaia determina seu valor econômico (LICHTENZVEIG et al., 2000).

Alguns fatores como o desmatamento, alto grau de queimadas e uso indiscriminado de agroquímicos tornam cada vez mais escassos os visitantes florais em culturas agrícolas (COUTO, 1998).

Na América Latina, na ausência de polinizadores naturais nativos como borboletas pertencentes à família *Sphingidae*, do gênero *Maduca*, a otimização de técnicas de polinização artificial tem tido grande relevância econômica (LICHTENZVEIG et al., 2000). Dessa forma, a polinização manual tem sido sugerida para aumentar a produção de frutos (GUNASENA et al., 2007). Uma polinização eficiente resulta em frutos mais uniformes e conseqüentemente melhora sua qualidade (MARQUES et al., 2012).

A literatura sobre a polinização artificial em pitaia no Brasil é escassa, no entanto, em outras frutíferas, os benefícios da polinização manual já foram evidenciados.

Guedes et al. (2011) estudando a polinização da aceroleira no semi árido paraibano verificaram baixo sucesso reprodutivo durante o período seco, em decorrência do pequeno número de abelhas polinizadoras, constatando o aumento da frutificação por meio da polinização manual complementar.

Em pinha, a seleção de flores maiores para a polinização artificial proporcionou quase 100% de frutos perfeitos, adequados ao padrão comercial,

evitando gastos com raleio de frutos defeituosos, reduzindo-se o custo de produção (NIETSCHE et al., 2009).

Campos et al. (2004) verificaram em pinha, que uso da polinização artificial, com pincel ou com bomba polinizadora, aumenta em até 10 vezes o número de frutos formados e em até 4 vezes o número de frutos perfeitos quando comparada à polinização natural livre feita por insetos.

Em maracujazeiro, tem sido verificado o efeito positivo da polinização manual por vários autores. Veras (1997) reporta que o vingamento de flores polinizadas manualmente, em maracujá doce, é de 66,1% e pela polinização natural é de apenas 30,4%. Hammer (1987) obteve 7% de vingamento de flores polinizadas naturalmente e de 76% através da polinização cruzada e manual. No período de maio a outubro, a polinização manual aumentou de 30 a 52% a produção anual de maracujá azedo localizados no Distrito Federal (JUNQUEIRA; VERAS; NASCIMENTO, 2001).

Weiss, Nerd e Mizrahi (1994), estudando sobre a biologia reprodutiva no Deserto de Negev, em Isarel, relataram que *Hylocereus undatus* pode se autofecundar, porém, a presença de polinizadores é importante para a produção de frutos, sendo possível a fixação de frutos através da autopolinização manual. Contudo, Lichtenzweig et al. (2000) afirmaram que a polinização manual cruzada, em Israel, de *Hylocereus undatus* e *Hylocereus polyrhizus* é essencial para incrementar a frutificação, pois são autoincompatíveis.

A polinização manual em *Hylocereus* é considerada simples, sendo facilitada pelas características florais, podendo ser realizada no período antes da antese da flor, a partir das 16:30 até 11:00 da manhã do dia seguinte (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006) e pode ser utilizada para a obtenção de híbridos comerciais (MARQUES, 2008).

Devido a carência de informações sobre esta frutífera no Brasil, justifica-se a necessidade de estudos sobre polinização em pitáia e seus efeitos

na qualidade dos frutos produzidos. Ressalta-se que a polinização deve ser considerada como um fator de produção agrícola, e que sua aplicação não deve ser restringida a conceitos acadêmicos e generalistas (FREITAS; IMPERATRIZ-FONSECA, 2005).

2.3 Maturação de frutos

O desenvolvimento do fruto, de acordo com Chitarra e Chitarra (2005), ocorre segundo uma curva sigmoideal simples ou dupla. Para Wachowicz e Carvalho (2002) este crescimento ocorre em três fases: a primeira fase caracterizada por intensa divisão celular; a segunda fase é caracterizada pelo aumento do tamanho das células e a terceira fase corresponde à maturação.

Durante a maturação até o amadurecimento completo dos frutos, vários processos bioquímicos sintéticos e degradativos ocorrem sequencialmente ou concomitantemente, resultando em alterações sensíveis nas características químicas, notadamente na cor, na textura, no sabor e aroma (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Assim, o estágio de desenvolvimento do fruto no momento da colheita tem influência na qualidade do fruto maduro (LUCENA et al., 2007). Frutos colhidos verdes ou fisiologicamente imaturos não amadurecem, enrugam e apresentam exsudação da seiva ou, quando o amadurecimento ocorre, a qualidade dos frutos é prejudicada (HULME, 1970). Já os frutos colhidos muito maduros deterioram-se rapidamente, inviabilizando o armazenamento e/ ou sua comercialização em centros distantes (KAYS, 1997).

Um fator importante e que pode auxiliar no estágio correto de colheita dos frutos é o conhecimento do padrão respiratório. De acordo com a atividade respiratória dos vegetais, é possível dividi-los em duas categorias: frutos climatéricos e frutos não climatéricos, como a pitaia.

Os frutos climatéricos apresentam em determinada etapa do seu ciclo vital um aumento rápido e acentuado na atividade respiratória, com amadurecimento imediato. Podem amadurecer na planta-mãe ou fora dela, se colhidos maduros, ou seja, fisiologicamente desenvolvidos. Já os frutos não climatéricos, apresentam atividade respiratória relativamente baixa e constante, com ligeiro declínio após a colheita. Não são capazes de completar o processo de amadurecimento quando colhidos maduros, devendo permanecer na planta-mãe até o final da maturação (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A determinação do ponto ótimo de colheita é um trabalho de extrema importância, pois permite assegurar uma boa conservação, adequada resistência ao transporte e a manutenção das condições necessárias para que o fruto chegue até o consumidor com qualidade (CANTILLANO, 2013).

Usualmente, em plantios comerciais, o ponto de colheita dos frutos pode ser determinado por características externas subjetivas, como por exemplo, a mudança de cor da casca (VIEIRA et al., 2000). Outras propriedades podem ser utilizadas para determinar o ponto de colheita, como as características físicas, químicas e fisiológicas, as quais permitem monitorar a maturação dos frutos (CANTILLANO, 2013).

Conforme Wachowicz e Carvalho (2002), os atributos químicos mais utilizados são os teores de sólidos solúveis totais, acidez titulável, ratio e ácido ascórbico. Com o amadurecimento, há uma alteração nesses fatores, que indica o nível de maturação dos frutos, sendo este um indicativo do ponto de colheita. Além desses atributos, o pH, a coloração e a firmeza são importantes caracteres para a avaliação do ponto de colheita.

A literatura relata o efeito do estágio de maturação dos frutos nas características químicas e físicas em diversas frutíferas (AROUCHA et al., 2007; CUNHA JÚNIOR et al., 2007; FARIAS et al., 2011; JESUS; MARTINS; BARBOSA, 2008), porém para a cultura da pitia as informações encontradas

divergem quanto ao local de cultivo e a genética. Dessa forma, conhecimentos particularizados do desenvolvimento do fruto de pitaia em uma região específica são relevantes.

REFERÊNCIAS

ALVARADO, M. del R. M.; CRUZ, M. A. G.; RINDERMANN, R. S. **Pitayas y pitahayas**. Chapingo: Universidad Autónoma Chapingo, 2003. 175p.

ARAÚJO NETO, S.E.et al. Desenvolvimento de frutos de sapotizeiro (*Manilkara achras* (Mill.) Fosberg). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.1, p. 25-29, 2001.

AROÚCHA, E. M.et al. Caracterização física e química de melão durante o seu desenvolvimento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, n. 2, p. 296-301, ago. 2007.

BARBEAU, G. La pitahaya rouge, un nouveau fruit exotique. **Fruits**, Paris, v. 45, n. 2, p.141-174, 1990.

BARROSO, G. M.; PEIXOTO, A. L.; COSTA, C. G. **Sistemática de angiosperma do Brasil**. São Paulo: EDUSP, 1978. v. 1, 255 p.

BASTOS, D. C.et al. Propagação da pitaya ‘vermelha’ por estaquia. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.6, p.1106-1109, nov./dez. 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. **Bibliografia brasileira de polinização e polinizadores**. Brasília, 2006. 250 p.

BRITTON, N. L.; ROSE, J. N. **The Cactaceae**: descriptions and illustrations of plants of the cactus family. New York: Dover, 1963. 4 v.

BRUCKNER, C. H. (Org.). **Fundamentos do melhoramento de fruteiras**. Viçosa, MG: UFV, 2008. v. 1, 202 p.

CAMPOS, R. da S. et al. Polinização natural, manual e autopolinização no pegamento de frutos de pinheira (*Annona squamosa* L.) em Alagoas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 261-263, 2004.

CANTILLANO, R. F. F. **Sistema de produção de ameixa européia**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Ameixa/AmeixaEuropeia/colheita.htm>>. Acesso em: 20 jan. 2013.

CASAS, A. et al. Reproductive biology and the process of domestication of the columnar cactus *Stenoecereus stellatus* in Central Mexico. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 86, p. 534-542, 1999.

CENTURIÓN, Y. A. R. et al. Variación de las principales características de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante su maduración postcosecha. **Horticultura Mexicana**, Hermosillo, v.7, p. 419-425, 1999.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

COLAÇO, M. A. S. et al. Biologia reprodutiva de *Melocactus glaucescens* Buining & Brederoo e *M. paucispinus* G. Heimen & R. Paul (Cactaceae), na Chapada Diamantina, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 39-249, abr./jun. 2006.

COUTO, R. H. N. **Apicultura: manejo e produtos** por Regina Helena Nogueira Couto e Leomam Almeida Couto. 3. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 193p.

_____. Uso de atrativos e repelentes na polinização dirigida. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 3., 1998, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: USP, 1998. 1 CD-ROM.

CULLMANN, W.; GOETZ, E.; GROENER, G. **The encyclopedia of Cacti**. Oregon: Timber, 1987. 340 p.

CUNHA JUNIOR, L.C.et al. Caracterização da curva de maturação de pêssegos 'Aurora- 1', na região de Jaboticabal, SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 661-665, 2007.

DONADIO, L. C. Pitaya. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.331, n. 3,set. 2009. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452009000300001&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 10 mar. 2013.

FARIAS, J. F. deet al. Maturação e determinação do ponto de colheita de frutos de Envira-caju.**Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n.3, p. 730-736, 2011.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS.**Agroecologia cultivo e usos da palma forrageira estudada FAO em proteção e produção vegetal**.Paraíba: SEBRAE/PB, 2001. 216 p.

FREITAS, B. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. A importância econômica da polinização. **Mensagem Doce**, São Paulo, n. 80, p. 44-46, 2005.

GUEDES, R. da S. et al. Déficit de polinização da aceroleira no período seco, no semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p. 465-471, 2011.

GUNASENA, H. P. M.et al. Dragon fruit (*Hylocerus undatus* (Haw.) Britton and Rose). In: PUSHPAKUMARA, D. K. N. G.; GUNASENA, H. P. M.; SINGH, V. P. (Ed.).**Underutilized fruit trees in Sri Lanka**. New Delhi: World Agroforestry Centre, 2007. p.110-142.

HAMMER, L. H. The pollinators of yellow passion fruit: do they limit the success of *Passiflora edulis f. flavicarpa* as a tropical crop? **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Gainesville, v. 100, p. 283-287, Aug. 1987.

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

HULME, A. C. **The Biochemistry of fruits and their products**. London: Academic, 1970. 618 p.

IBARRA-CERDENÁ, C.; IÑIGUEZ-DÁVALOS, L. I.; SÁNCHEZ-CORDERO, V. Pollination ecology of *Stenocereus queretaroensis* (Cactaceae), a chiropterophilous columnar cactus, in a tropical dry forest of Mexico. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 92, n. 3, p. 503-509, Mar. 2005.

JESUS, N. de; MARTINS, A. B. G.; BARBOSA, J. C. Desenvolvimento de frutos de Longan (*Dimocarpus longan* Lour) na região de Jaboticabal, SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.30, n. 1, p. 154-164, 2008.

JUNQUEIRA, N. T. V. et al. **A importância da polinização manual para aumentar a produtividade do maracujazeiro**. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2001. 18 p. (Documentos, 41).

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. Athens: AVI, 1997. 532 p.

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

LICHTENZVEIG, J. et al. Cytology and mating systems in the climbing cacti *Hylocereus* and *Selenicereus*. **American Journal of Botany**, Columbus, v.87, n.7, p.1058-1065, 2000.

LUCENA, E. M. P.; ASSIS, J. S.; ALVES, R. E.; SILVA, V. C. M. e FILHO, J. E. Alterações físicas e químicas durante o desenvolvimento de mangas „Tommy Atkins“ no Vale do São Francisco, Petrolina – PE. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 1, p. 096 - 101, 2007.

LUDERS, L. **The pitaya or dragon fruit (*Hylocereus undatus*)**. Darwin: University of Darwin, 2004. 5p. (Agnote, 778).

LUDERS, L.; MCMAHON, G. The Pitaya or dragon fruit (*Hylocereus undatus*). **Crops, Forestry and Horticulture**, Darwin, n. 42, p. 1-4, May 2006.

MADGWICK, W. **Cacti and other succulents**. Austin: Steck-Vaughn Library, 1991. 44 p.

MARQUES, V. B. **Germinação, fenologia e estimativa de custo de produção de pitaia (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose)**. 2010. 141 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

_____. **Propagação seminífera e vegetativa de pitaia (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose)**. 2007. 85 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

MARQUES, V. B. et al. Fenologia reprodutiva de pitaia vermelha no município de Lavras, MG. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.6, p.984-987, 2011.

_____. Ocorrência de insetos na pitaia no município de Lavras, MG. **Revista Agrarian**, Dourados, v.5, n.15, p.88-92, 2012.

MCFARLAND, J. D.; KEVAN, P. G.; LANE, M. A. Pollination biology of *Opuntia imbricata* (Cactaceae) in southern Colorado. **Canadian Journal of Botanic**, Ottawa, v. 67, p. 24-28, 1989.

MELO, M. R. et al. Polinização natural e artificial da cherimóia (*Annona cherimola* Mill.) no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.631-633, 2002.

MERTEN, S.A review of *Hylocereus* production in the United States. **Journal of the Professional Association for Cactus Development**, Davis, v. 5, n. 1, p.98-105, Nov. 2003.

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

MIZRAHI, Y.; NERD, A.; NOBEL, S. P. Cacti as crops. **Horticulture Review**, New York, v. 18, p. 291-320, 1997.

MIZRAHI, Y.; NERD, A.; SITRIT, Y. New fruits for arid climates. In: JANICK, J.; WHIPKEY, A. (Ed.). **Trends in new crops and new uses**. Alexandria: American Society Horticultural Science, 2002. p. 378-384.

NASSAR, J. M.; HARMRICK, J. L.; FLEMING, T. H. Population genetic structure of venezuelan chiropterophilous columnar cacti (Cactaceae). **American Journal of Botany**, Columbus, v. 90, n. 11, p. 1628-1637, Nov. 2003.

NEGRÓN-ORTIZ, V. Reproductive biology of a rare cactus, *Opuntia spinosissima* (Cactaceae), in the Florida Keys: why is seed set very low? **Sexual Plant Reproduction**, New York, v. 11, n. 4, p.208-212, Oct. 1998.

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

NERD, A.; TEL-ZUR, N.; MIZRAHI, Y. Fruits of vine and columnar cacti. In: NOBEL, P.S. (Ed.). **Cacti: biology and uses**. Berkeley: University of California, 2002. p.185-197.

NIETSCHKE, S. et al. Viabilidade dos grãos de pólen em flores de pinheira (*Annona squamosa*) em diferentes horários. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 527-531, mar./abr. 2009.

OSBORN, M. M.; KEVAN, P. G.; LANE, M. A. Pollination biology *Opuntia polyacantha* and *Opuntia phaeacantha* (Cactaceae) in southern Colorado. **Plant Systematics and Evolution**, New York, v.159, p.85-94, 1988.

PEREIRA, M. C. T. et al. Efeito de horário de polinização artificial no pegamento e qualidade de frutos de pinha (*Annona squamosa* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.2, p.203-205, 2003.

PIMENTA, B. E. **El nopal tunero**. Guadalajara:Universidad de Guadalajara, 1990.246 p.

RAVEH, E.; NERD, A.; MIZRAHI, Y. Responses of two hemiepiphytic fruit crop cacti to different degrees of shade. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.73, n. 2, p.151-164, Mar. 1998.

SCHLINDWEIN, C.; WITTMANN, D. Stamen movement in flowers of *Opuntia* favour oligolectic pollination. **Plant Systematics and Evolution**, New York, v. 204, n. 3/4, p.179-193, 1997.

SPICHIGER, R. E.; SAVOLAINEN, V. V.; FIGEAT, M. **Botanique systématique des plantes à fleurs: une approche phylogénétique nouvelle des angiospermes des régions tempérées et tropicales**. Lausanne:Polytechniques et Universitaires Romandes, 2000. 372 p.

TEL-ZUR, N.; ABBO, S.; MIZRAHI, Y. Genetic relationships among *Hylocereus* and *Selenicereus* vine cacti (Cactaceae): evidence from hybridization and cytological studies. **Annals of Botany**, London, v. 94, n. 4, p. 527-534, Oct. 2004.

VERAS, M. C. M. **Fenologia, produção e caracterização físico-química dos maracujazeiros-ácidos (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) e doce (*P. Alata* Dryand) nas condições de Brasília, DF**. 1997. 105 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.

VIEIRA, G.; VIÉGAS, P. R. A.; NEVES, J. C. L.; AGNES, E. L.; OLIVEIRA, F. A. de M. B. Influência da cultivar e do estágio de maturação em algumas características de frutos de mamão durante a pós-colheita. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 22, n. 2, p. 244-247, 2000.

WACHOWICZ, C. M.; CARVALHO, R. I. N. (Org.). **Fisiologia vegetal e pós-colheita**. Curitiba: Champagnat, 2002. 424 p.

WEISS, J.; NERD, A.; MIZRAHI, Y. Flowering behavior and pollination requirements in climbing cacti with fruit crop potential. **HortScience**, Alexandria, v. 29, n. 2, p. 1487-1492, 1994.

YAH, A. R. C. et al. Sensorial, physical and chemical changes of pitahaya fruits (*Hylocereus Undatus*) during development. **Revista Fitotecnia**, Chapingo, v. 31, n. 1, p. 1-5, 2008.

ZEE, F.; YEN, C. R.; NISHINA, M. Pitaya: dragon fruit, strawberry pearl. **Fruis eNuts**, Hawai, v. 9, n. 2, p. 1-3, June 2004.

CAPÍTULO 2

Autopolinização e qualidade de fruto em pitaia vermelha

RESUMO

A pitaia é uma frutífera exótica e recente no Brasil, sendo necessários estudos em relação a sua biologia reprodutiva. Algumas pesquisas relatam dificuldades no crescimento e desenvolvimento de frutos quando as flores são autopolinizadas. Assim, objetivou-se neste trabalho estudar a autopolinização espontânea e sua influência na qualidade dos frutos em pitaia vermelha. O experimento foi instalado no pomar da Universidade Federal de Lavras e para sua condução foram utilizadas cem flores de vinte e quatro plantas de pitaia. As flores foram ensacadas antes da antese, com sacos de TNT, para evitar a polinização cruzada e quinze dias após o ensacamento das flores avaliou-se a percentagem de frutos desenvolvidos. Após a colheita dos frutos foram realizadas as seguintes análises químicas e físicas: massa de fruto e massa de polpa, diâmetro transversal e longitudinal do fruto, número e peso de sementes por fruto, rendimento de casca, teor de sólidos solúveis, acidez titulável, pH, ratio e percentagem de sementes germinadas. Para as análises das características dos frutos utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, sendo sete repetições, considerando um fruto por repetição. Concluiu-se que o isolamento das flores de pitaia pode interferir negativamente na produção dos frutos e que estes apresentam características físicas inferiores aos frutos obtidos pela polinização natural.

Palavras-chave: *Cactaceae.Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose. Polinização natural. Melhoramento vegetal.

ABSTRACT

The pitahaya is a fruit-bearing plant both exotic and recent in Brazil, studies in relation to its reproductive biology necessary. Some works report difficulties in the growth and development of fruits when flowers are self-pollinated. So, it was aimed in this work to study the spontaneous self-pollination and its influence on the quality of fruits in red pitahaya. The experiment was established in the Federal University of Lavras orchard (Universidade Federal de Lavras) and for its conduction, one hundred flowers from twenty-four pitahaya plants were utilized. The flowers were bagged before anthesis with TNT bags to prevent cross-pollination and fifteen days after the bagging of the flowers, the percentage of developed fruits was evaluated. After fruit harvest, the following chemical and physical analyses were conducted: fruit mass and pulp mass, transversal and longitudinal diameter of the fruit, number and weight of seeds per fruit, number and weight of seeds per fruit, peel thickness, soluble solid content, titrable acidity, pH, ratio and percentage of germinated seeds. It follows that the isolation of pitahaya flowers can interfere negatively on fruit yield and that these ones present physical characteristics poorer than the fruits obtained by natural pollination.

Keywords: *Cactaceae*. *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose. Natural pollination. Plant breeding.

1 INTRODUÇÃO

A pitiaia é uma planta originária da América, pertencente à família *Cactaceae*, sendo duas as principais espécies comerciais: de casca vermelha *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose e casca amarela - *Selenicereus megalanthus* (Schum ex. Vaupel, Moran). A pitiaia amarela (*Selenicereus*) possivelmente é originária da Colômbia ou Equador e a vermelha (*Hylocereus*) é originada no México, Guatemala, Costa Rica e El Salvador (DONADIO, 2009).

Devido ao seu valor nutricional e ao aumento do consumo de frutas exóticas, os fruticultores interessaram-se no cultivo desta frutífera. A produção dos frutos na região Sudeste ocorre durante os meses de dezembro a maio. A produtividade média anual é de 14 toneladas de frutos por hectare (BASTOS et al., 2006).

As flores da pitiaia são laterais, noturnas, com comprimento de 20 a 35 cm, brancas e completas. Os estames são numerosos, sendo encontrados acima de 800 em uma única flor, dispostos em duas fileiras, ao redor do pistilo formado por 14 a 28 estiletos de coloração creme. As sépalas são de cor verde-clara e o pólen é abundante e amarelo (DONADIO, 2009).

As flores permanecem abertas por apenas um dia e fecham-se (fecundadas ou não) na manhã do dia após a antese. A parte inferior das flores não fertilizadas torna-se amareladas e caem inteiras, após quatro a seis dias. Quando fecundadas, a parte inferior torna-se esverdeada e há um aumento de volume, indicando a fixação do fruto (LE BELLEC; VAILLANT; INBERT, 2006).

Em estudos sobre biologia reprodutiva, Weiss, Nerd e Mizrahi (1994) relatam que a *Hylocereus undatus* pode se autofecundar, porém, a presença de polinizadores é importante para a produção de frutos, sendo possível a fixação

de frutos através da autopolinização manual, no entanto, Silva et al. (2011) reportam a autoincompatibilidade em *Hylocereus*.

Devido à escassez de estudos sobre o sistema reprodutivo da pitiaia e das divergências dos resultados encontrados na literatura, novas informações são necessárias. Dessa forma, objetivou-se com este trabalho estudar a autopolinização espontânea em pitiaia e seus efeitos no desenvolvimento e na qualidade dos frutos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no setor de fruticultura da Universidade Federal de Lavras, MG. O município situa-se a 21° 14' 06" de latitude Sul e 45° 00' 00" de longitude Oeste, a uma altitude média de 918 metros (DANTAS; CARVALHO; FERREIRA, 2007). O clima da região é do tipo Cwb, temperado suave (mesotérmico), segundo a classificação de Köppen. Os dados climáticos do período experimental são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 Dados médios mensais de temperatura máxima (T °C máx), média (T °C média) e mínima (T °C min.), precipitação pluviométrica (mm) e umidade relativa do ar (UR %) do município de Lavras – MG, durante o período experimental

Mês	T °C max.	T °C min.	T °C média	Precipitação (mm)	UR (%)
Dezembro 2011	27,5	18,09	22,2	14,2	80,2
Janeiro 2012	27,14	18,01	21,36	17,07	80,4

Para a condução do trabalho foram utilizadas cem flores de vinte e quatro plantas de pitaia vermelha [*Hylocereus undatus*(Haw.) Britton & Rose] com quatro anos de idade, em espaçamento 3,0 x 3,0 m, tutoradas perpendicularmente ao solo, em mourões de eucalipto até 1,80 m. Para evitar a polinização cruzada, as flores foram protegidas com sacos de TNT (tecido não tecido), de dimensão 40 x 22 cm, antes da antese (Figura 1).



Figura 1 Área experimental com flor antes da antese e protegida com saco de TNT (tecido não tecido). Foto: T. P. de Menezes, Lavras, MG (2012)

A avaliação da percentagem de flores autopolinizadas espontaneamente foi realizada quinze dias após o ensacamento e aquelas que foram fecundadas permaneceram protegidas até a colheita dos frutos maduros (identificados e caracterizados pela coloração vermelha da casca). Também foram avaliados frutos oriundos de polinização natural colhidos aleatoriamente na área experimental.

Para as análises das características dos frutos utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, sendo sete repetições, considerando um fruto por repetição (RAMALHO et al., 2012).

Os frutos foram avaliados quanto às características físicas e químicas:

- a) massa de fruto: por meio de balança digital e o resultado expresso em gramas (g);
- b) massa de polpa: separando-se a casca, efetuou-se a pesagem da polpa em balança digital, expresso em gramas (g);
- c) massa de casca: separando-se a polpa, efetuou-se a pesagem da casca em balança digital, expresso em gramas (g);

- d) diâmetro transversal e longitudinal do fruto: através de paquímetro digital e expresso em mm;
- e) espessura de casca: utilizando-se paquímetro digital e expressa em mm;
- f) acidez titulável (%): foram pesados 1 g da polpa do fruto em balança analítica que posteriormente foi transferido para erlenmeyers, adicionando-se 20 mL de água destilada. Acrescentou-se a esta solução três gotas de fenolftaleína a 0,1% e em seguida foi realizada as titulações, sob agitação, com solução de NaOH 0,1 N. Os resultados foram expressos em gramas de ácido málico por 100 g de polpa (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS - AOAC, 2007);
- g) pH: o potencial hidrogeniônico foi medido através de Phgâmetro Marconi (PA200), sendo a leitura efetuada após a mistura de um 1 g de polpa com 20 mL de água;
- h) teor de sólidos solúveis (%): determinado com refratômetro manual, marca ATAGO, sendo os resultados expresso em porcentagem (AOAC, 2007);
- i) relação SS/AT: obtida pela razão entre os teores de sólidos solúveis (SS) e a acidez titulável (AT).
- j) peso total das sementes por fruto: por meio de balança digital e expresso em gramas.
- k) número de sementes por frutos: realizou-se a extração das sementes através de cortes transversais nos frutos e com auxílio de peneira e água corrente para retirada da mucilagem. Posteriormente as sementes foram colocadas para secar a sombra por 48 horas. O número de sementes foi estimado pela contagem de cem sementes em uma amostra de sete frutos.

Para estudar a viabilidade das sementes formadas nos frutos, avaliou-se a percentagem de germinação. Para isto, as sementes extraídas dos frutos foram acondicionadas em caixas gerbox, mantidas em câmara com temperatura constante à 25°C. A primeira contagem foi realizada aos cinco dias após a semeadura (5 DAS) e a última aos dez dias após a semeadura (10 DAS), conforme Alves, Godoy e Correa (2011). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições de cinquenta sementes em cada.

Os dados obtidos das variáveis estudadas foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa Sisvar (FERREIRA, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A frutificação das flores autopolinizadas espontaneamente foi baixa, obtendo-se somente sete frutos do total das cem flores ensacadas. Possivelmente, a baixa percentagem de frutos pela autopolinização espontânea está relacionada à morfologia floral da pitiaia. Estudos conduzidos por Marques (2010) relatam, em pitiaia vermelha, a existência de heterostilia, diferença entre a altura do estigma e da antera. De acordo com a autora, a antera situa-se em uma altura inferior ao estigma, sendo considerada uma estratégia ecológica da planta, dificultando a autopolinização. A ausência de produção de frutos em clones de *Hylocereus undatus* foi relatada por Weiss, Nerd e Mizrahi (1994) em Israel, em flores de pitiaia protegidas. No entanto, utilizando-se a autopolinização manual os autores observaram em *Hylocereus undatus* até 79,6% de fixação de frutos.

Assim, evidencia-se na cultura a necessidade de agentes polinizadores ou da manipulação de suas flores para a produção em escala comercial de frutos.

Os resultados obtidos no presente estudo reforçam os relatos apresentados na literatura de que esta cultura é alógama, isto é, a reprodução ocorre preferencialmente por fecundação cruzada. Para Fehr (1987) as culturas são classificadas como plantas alógamas quando a taxa de autofecundação é menor que 5%. Neste trabalho o percentual de autopolinização natural obtido foi de 7%.

A frutificação da pitiaia em flores autopolinizadas espontaneamente indica que não há autoincompatibilidade nesta espécie. Estudos em Sri Lanka conduzidos por Pushpakumara et al. (2005) em pitiaia também indicam a inexistência de autoincompatibilidade, obtendo frutificação em 100% das flores autofecundadas. No entanto, resultados contraditórios foram encontrados por Silva et al. (2011) que não obtiveram frutificação em flores de pitiaia (*Hylocereus undatus*) polinizadas com o próprio pólen.

Este resultado reforça a teoria que a estrutura floral possivelmente é responsável pela ocorrência de alogamia em pitaia vermelha (*Hylocereus undatus*).

Quanto as características físicas dos frutos, foram observadas diferenças significativas nos frutos de pitaia autopolinizados espontaneamente e de polinização natural para massa de fruto, massa de polpa, espessura da casca, número e peso de sementes por fruto (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2 Médias das características físicas relacionadas à massa de fruto, peso de polpa, espessura da casca (EC), diâmetro longitudinal (DL) e transversal (DT) de frutos de pitaia polinizados naturalmente e por autopolinização espontânea

Tratamentos	Massa de fruto (g)	Massa de polpa (g)	Massa de casca (g)	EC (mm)	DL (mm)	DT (mm)
Polinização natural	248,33 a	133,05 a	115,28 a	4,55 a	82,73 a	74,33 a
Autopolinização	168,46 b	70,70 b	98,75 a	3,58 b	78,50 a	70,50 a
CV (%)	11,53	15,49	15,33	7,86	5,66	6,25

* Médias seguidas pela mesma letra em minúsculo na coluna não diferem entresi, pelo teste de F, ao nível de 5% de probabilidade

Maior massa de fruto (248,33 g) foi encontrada em flores polinizadas naturalmente, apresentando masa de fruto superior a 45% quando comparados com os frutos de autopolinização. Os resultados para massa de fruto obtidos (168,46 g e 248,33 g) são semelhantes aos encontrados por Moreira et al. (2011) em trabalhos com adubação orgânica e granulado bioclástico.

Foi observado também maior massa de polpa (133,05g) e espessura de casca (4,55 mm) nos frutos obtidos naturalmente, com um acréscimo de 88,18% e 27%, respectivamente. Os resultados de espessura de casca sugerem que frutos autopolinizados são mais susceptíveis a danos mecânicos e possivelmente

apresentam menor resistência ao transporte, pois apresentaram uma espessura de casca inferior aos frutos de polinização natural.

Simultaneamente ao incremento da massa de fruto e da polpa também foi observado o aumento do número de sementes (1298,61) e peso de sementes (2,85 g) por frutos em flores polinizadas naturalmente (Tabela 3). Assim, observa-se uma correlação positiva entre massa do fruto e número de sementes. Presume-se que quanto maior a quantidade de pólen depositado no estigma, maior o número de sementes e conseqüentemente maior massa de fruto.

Tabela 3 Médias do número de sementes por fruto, peso de sementes por fruto e germinação aos 5 DAS e aos 10 DAS de frutos de pitaiá polinizados naturalmente e por autopolinização espontânea

Tratamentos	Número de sementes	Peso de sementes (g)	Germinação aos 5 DAS (%)	Germinação aos 10 DAS (%)
Polinização natural	1298,61 a	2,85 a	63,5 a	94,5 a
Autopolinização	822,54 b	1,41 b	71,5 a	93,5 a
CV (%)	12,10	22,33	8,16	8,75

* Médias seguidas pela mesma letra em minúsculo na coluna não diferem entre si, pelo teste de F, ao nível de 5% de probabilidade

A influência no número de sementes em função do tipo de polinização utilizado também é relatada em outras espécies. Pereira et al. (2003) estudando polinização artificial em pinha relatam maior número de sementes em frutos oriundos de polinização natural. De acordo com os autores acima, quanto maior o número de grãos de pólen nos estigmas das flores polinizadas, maiores serão as chances de fecundação do óvulo e conseqüentemente a formação de sementes. Azevedo e Pio (2002), estudando o efeito da polinização sobre o número de sementes do tanger – ‘Murcote’ também encontraram menor número de sementes em frutos provenientes de flores isoladas.

Embora o número de sementes tenha sido diferente nos frutos, a viabilidade das mesmas é igual, não apresentando diferenças na percentagem de germinação, independente do tipo de polinização (Tabela 3). A germinação máxima foi alcançada aos 10 DAS, sendo de 93,5% para as sementes oriundas de frutos de polinização espontânea e 94,5% para as sementes de polinização natural.

Valores semelhantes da percentagem de germinação foram obtidos por Metz, Nerd e Mizrahi (2000) estudando a viabilidade de pólen em *Hylocereus undatus*, utilizando diferentes temperaturas de armazenamento. Em contrapartida, estes autores observaram números de sementes por frutos superiores aos obtidos neste trabalho, encontrando 5988 sementes. No entanto, os frutos avaliados pesavam 410 ± 48 g. Provavelmente, a diferença de resultado encontrado nos trabalhos relaciona-se ao tipo de polinização utilizada e a massa de fruto.

Para as características químicas dos frutos, foi verificado, exceto para os teores de sólidos solúveis, a influencia da polinização (Tabela 4).

Tabela 4 Médias do teor de sólidos solúveis, pH, acidez e SS/AT de frutos de pitáia polinizados naturalmente e por autopolinização espontânea

Tratamentos	SS (%)	pH	Acidez titulável(%)	SS/AT
Polinização Natural	13,11 a	4,47 b	0,39 a	33,88 b
Autopolinização	12,92 a	4,64 a	0,31 b	41,79 a
CV (%)	7,01	3,19	10,51	10,18

* Médias seguidas pela mesma letra em minúsculo na coluna não diferem entre si, pelo teste de F, ao nível de 5% de probabilidade

Flores autopolinizadas espontaneamente apresentaram frutos com menor valor de acidez (0,31) e conseqüentemente um maior valor de pH (4,64) quando

comparados com frutos de polinização natural, 0,39 e 4,47, respectivamente. Resultados semelhantes de acidez foram obtidos Silva et al. (2011) em estudos com *H. polyrhizus* e *S. setaceus*, no entanto, os valores de pH encontrados pela autora são menores que os obtidos neste estudo.

Observa-se maior valor da relação SS/AT (41,79) para frutos de flores autopolinizadas. Embora os frutos de polinização natural tenham apresentados menores SS/AT (33,88) valores semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2011) para *H. polyrhizus* e *S. setaceus*.

A relação SS/AT refere-se ao sabor dos frutos. Os sólidos solúveis são compostos por vitaminas, ácidos, açúcares, entre outros, sendo mais de 90% de sua composição representada pelos açúcares, portanto, é uma medida indireta do teor de açúcares (CHITARRA;CHITARRA, 2005).

Os teores de sólidos solúveis não foram influenciados pelo tipo de polinização. Os valores encontrados neste trabalho são semelhantes aos valores obtidos por outros autores (MOREIRA et al., 2011; SILVA et al., 2011).

É importante destacar que as características sólidos solúveis, pH, acidez titulável (%) e relação SS/AT apresentam efeito Xênia (MIZRAHI et al., 2004). Este fenômeno está relacionado com a influência do pólen nas expressões fenotípicas (RAMALHO et al., 2012), nas características dos frutos e no tempo requerido para o seu desenvolvimento (MIZRAHI et al., 2004).

No presente trabalho este fenômeno foi observado, sendo a explicação para as diferenças na magnitude dos valores obtidos para pH, acidez titulável (%) e SS/AT. Deve-se ressaltar também que esses resultados corroboram aos apresentados por Mizrahi et al. (2004), no qual os autores identificaram efeito Xênia em *Hylocerus polyrhizus*.

4 CONCLUSÕES

O ensacamento das flores em pitaiá vermelha interfere na produção de frutos, não sendo recomendada sua prática cultural.

Frutos obtidos por polinização natural apresentam massa de fruto, massa de polpa, diâmetro longitudinal, diâmetro transversal e número de sementes superiores aos frutos de autopolinização natural.

REFERÊNCIAS

ALVES, C. Z.; GODOY, A. R.; CORREA, L. de S. Adequação da metodologia para o teste de germinação de sementes de pitaia vermelha. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 5, p. 779-784, maio 2011.

ASSOCIATION OF OFFICAL ANALITICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analitical Chemists**. 18th ed. Washington, 2007. 1750p.

AZEVEDO, F. A.de; PIO, R. M. Influência da polinização sobre o número de sementes do tangor- 'Murcote'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 468-471, ago. 2002.

BASTOS, D. C. et al. Propagação da pitaya 'vermelha' por estaquia. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.6, p.1106-1109, nov./dez. 2006.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.1, n. 6, p. 1862-1866, nov./dez. 2007.

DONADIO, L. C. Pitaya. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.331, n. 3, set. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452009000300001&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 10 mar. 2013.

FEHR, W. R. **Principles of cultivar development: theory and technique**. New York: MacMillan, 1987. v. 1, 536 p.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** UFSCar, 2000. p. 255-258.

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

MARQUES, V. B. **Germinação, fenologia e estimativa de custo de produção de pitaia (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose)**. 2010. 141 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

METZ, C.; NERD, A.; MIZRAHI, Y. Viability of pollen of two fruit crop Cacti of the genus *Hylocereus* is affected by temperature and duration of storage. **Hortscience**, Alexandria, v. 35, n. 2, p. 199-201, Apr. 2000.

MIZRAHI, Y. et al. Metaxenia in the vine cacti *Hylocereus polyrhizus* and *Selenicereus* spp. **Annals of Botany**, London, v. 93, n. 4, p. 469-472, Apr. 2004.

MOREIRA, R. A. et al. Crescimento de pitaia vermelha com adubação orgânica e granulada bioclástica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 5, p. 785-788, maio 2011.

PEREIRA, M. C. T. et al. Efeito de horário de polinização artificial no pegamento e qualidade de frutos de pinha (*Annona squamosa* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 203-205, 2003.

PUSHPAKUMARA, D. et al. Flowering and fruiting phenology, pollination vectors and breeding system of dragon fruit (*Hylocereus* spp.). **Sri Lankan Journal of Agricultural Sciences**, Sri Lanka, v. 42, p. 81-91, 2005.

RAMALHO, M. A. P. et al. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas**. Lavras: UFLA, 2012. 522p.

SILVA, A. de C. C. da et al. Qualidade de frutos de pitaya em função da época de polinização, da fonte de pólen e da coloração da cobertura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 4, p. 1162-1168, dez. 2011.

WEISS, J.; NERD, A.; MIZRAHI, Y. Flowering behavior and pollination requirements in climbing cacti with fruit crop potential. **HortScience**, Alexandria, v. 29, n. 2, p. 1487-1492, 1994.

CAPÍTULO 3

Polinização artificial em pitaia vermelha

RESUMO

Nativa das Américas, a pitaia é atualmente uma frutífera em expansão no mercado nacional e internacional, podendo ser uma alternativa de renda aos pequenos e grandes produtores. Como alguns estudos demonstram a ineficiência de polinizadores naturais na frutificação da pitaia, realizou-se este trabalho objetivando estudar a eficiência da autopolinização manual e da polinização manual cruzada em *Hylocereus undatus*, em duas épocas. O experimento foi instalado no pomar da Universidade Federal de Lavras, em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2 (dois tipo de polinização e duas épocas de florescimento), com 15 repetições, sendo um flor por repetição. As flores foram ensacadas, emasculadas e polinizadas manualmente. Foram estudados a percentagem de pegamento dos frutos, diâmetro longitudinal e transversal dos frutos, massa de fruto, polpa e casca, espessura de casca, teores de sólidos solúveis, pH, acidez titulável, ratio (sólidos solúveis:acidez titulável), número de sementes por fruto e germinação das sementes. Concluiu-se que a polinização em pitaia vermelha com o próprio pólen permite a frutificação. O tipo de polinização e a época do florescimento interferem nas características dos frutos.

Palavras-chave: Polinização cruzada. Melhoramento vegetal. *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose. Autopolinização.

ABSTRACT

Native of the Americas, pitaya is currently a fruit bearing plant in expansion in the domestic and international market and is an alternative source of revenue for small and large producers. As some studies show the lack of efficiency of natural pollinators in fructification in pitaya, the purpose of this study was to evaluate the efficiency of manual self-pollination and of manual cross pollination in *Hylocereus undatus* in two periods of pollination. The experiment was carried out in the orchard of the Universidade Federal de Lavras (Federal University of Lavras) in a completely randomized design with a 2 x 2 factorial arrangement (two types of pollination and two time periods of flowering) with 15 replications, with one flower per replication. The flowers were bagged, emasculated and pollinated manually. The percentage of fruit set, longitudinal and transversal diameter of the fruit, mass of the fruit, pulp and peel, thickness of the peel, soluble solids contents, pH, titratable acidity, ratio (soluble solids:titratable acidity), number of seeds per fruit and seed germination were evaluated. It may be concluded that pollination in red pitaya with its own pollen allows fructification. The type and time of pollination in flowering interfere fruit characteristics.

Keywords: Cross pollination. *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose. Plant breeding. Self-pollination.

1 INTRODUÇÃO

A pitaia vermelha (*Hylocereus undatus* Haw.) é nativa das Américas, sendo encontrada na Costa Rica, Venezuela, Panamá, Uruguai, Brasil, Colômbia e México, sendo os dois últimos países os principais produtores mundiais (CANTO, 1993).

Os frutos são externamente vermelhos, atrativos ao consumidor. Sua polpa é esbranquiçada, de sabor agradável, levemente adocicado, e com numerosas e diminutas sementes, de coloração preta (ANDRADE; OLIVEIRA; MARTINS, 2005).

As flores são grandes, hermafroditas e extremamente vistosas (GUNASENA; PUSHPAKUMARA; KARIYAWASAM, 2007), sendo polinizadas por morcegos e mariposas (MERTEN, 2003). A antese é noturna com duração aproximada de quinze horas e o fechamento inicia-se nas primeiras horas da manhã. Após a polinização observa-se o início do desenvolvimento do fruto, caracterizado pela dessecação dos restos florais (MARQUES et al., 2011).

Os episódios de floração são cíclicos e ocorrem durante todo o período do florescimento. No hemisfério Sul, o florescimento ocorre entre novembro a abril, com 5 a 6 surtos de floração (LE BELLEC; VAILLANT; INBERT, 2006), sendo possível observar plantas com botões florais em estágio inicial, botões em desenvolvimento, frutos verdes e maduros em um mesmo período (MARQUES et al., 2011).

Um dos principais problemas com o crescimento de novas regiões de pitaia é a ausência de polinizadores (MERTEN, 2003). Assim, a polinização manual tem sido sugerida para aumentar a produção de frutos (GUNASENA; PUSHPAKUMARA; KARIYAWASAM, 2007).

Weiss, Nerd e Mizrahi (1994), estudando sobre o florescimento e polinização em pitaia, relataram que as flores de polinização aberta são visitadas

por abelhas e que a transferência do pólen é resultante da atividade desses insetos. No entanto, os autores observaram que os frutos resultantes da polinização manual cruzada eram maiores e mais pesados em relação aos frutos de polinização aberta. Le Bellec (2004) também relata que a qualidade dos frutos resultantes da polinização natural é geralmente menor que a dos frutos provenientes de polinização manual cruzada.

Dessa forma, objetivou-se com este trabalho estudar a qualidade de frutos de pitaia vermelha obtidos pela polinização manual em duas épocas de florescimento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no setor de fruticultura da Universidade Federal de Lavras, MG, de janeiro a maio de 2012. O clima da região é do tipo Cwb, temperado suave (mesotérmico), segundo a classificação de Köppen. Os dados climáticos do período experimental estão apresentados no Gráfico 1. O município situa-se a 21° 14' 06" de latitude Sul e 45° 00' 00" de latitude Oeste, a uma altitude média de 918 metros (DANTAS; CARVALHO; FERREIRA, 2007).

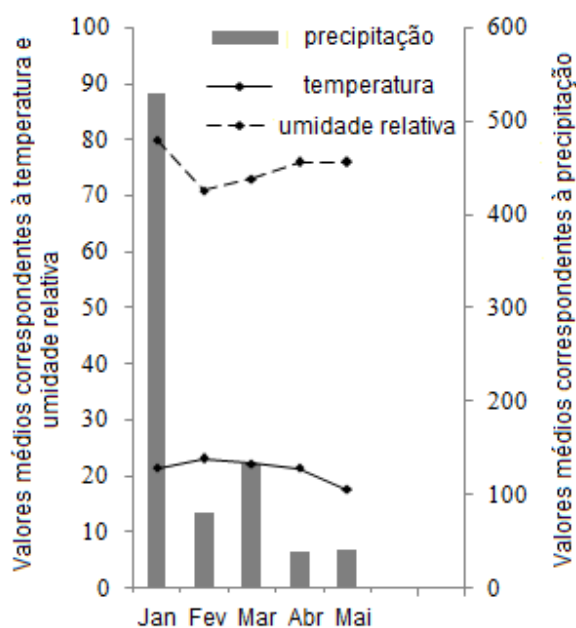


Gráfico 1 Valores médios mensais de temperatura média (°C), umidade relativa do ar (%) e precipitação pluviométrica (mm) durante o período experimental. Estação climatológica do Departamento de Engenharia da UFLA, Lavras, MG (2012)

Para a condução do experimento foram utilizadas oito plantas de pitaia vermelha [*Hylocereus undatus*(Haw.) Britton & Rose] com quatro anos de idade, em espaçamento 3,0 x 3,0 m, tutorados perpendicularmente ao solo, em mourões de eucalipto de 1,80 m.

O delineamento experimental utilizado em campo foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2 (duas épocas de polinização – janeiro e abril e dois tipos de polinização manual – autopolinização e a polinização cruzada), com quinze repetições, sendo uma flor por repetição.

As flores foram ensacadas antes da antese com sacos de TNT (tecido não tecido), com dimensão 40 x 22 cm, quando apresentavam aproximadamente 18 cm de comprimento. Na manhã seguinte após a antese, as flores foram desensacadas e emasculadas. Para a realização da autopolinização, o pólen da flor emasculada foi colocado no estigma da própria flor com auxílio de pincel e em seguida foi novamente protegida para evitar a polinização por insetos. Para a polinização cruzada o procedimento foi semelhante, porém o pólen utilizado foi doado de flores de plantas vizinhas aleatoriamente (Figura 1).

A avaliação da percentagem de pegamento dos frutos foi realizada quinze dias após a polinização e aquelas flores que foram fecundadas permaneceram ensacadas até a colheita dos frutos maduros (caracterizados pela coloração vermelha da casca).

Para as análises laboratoriais utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, sendo 10 repetições por tratamento, com um fruto por repetição.

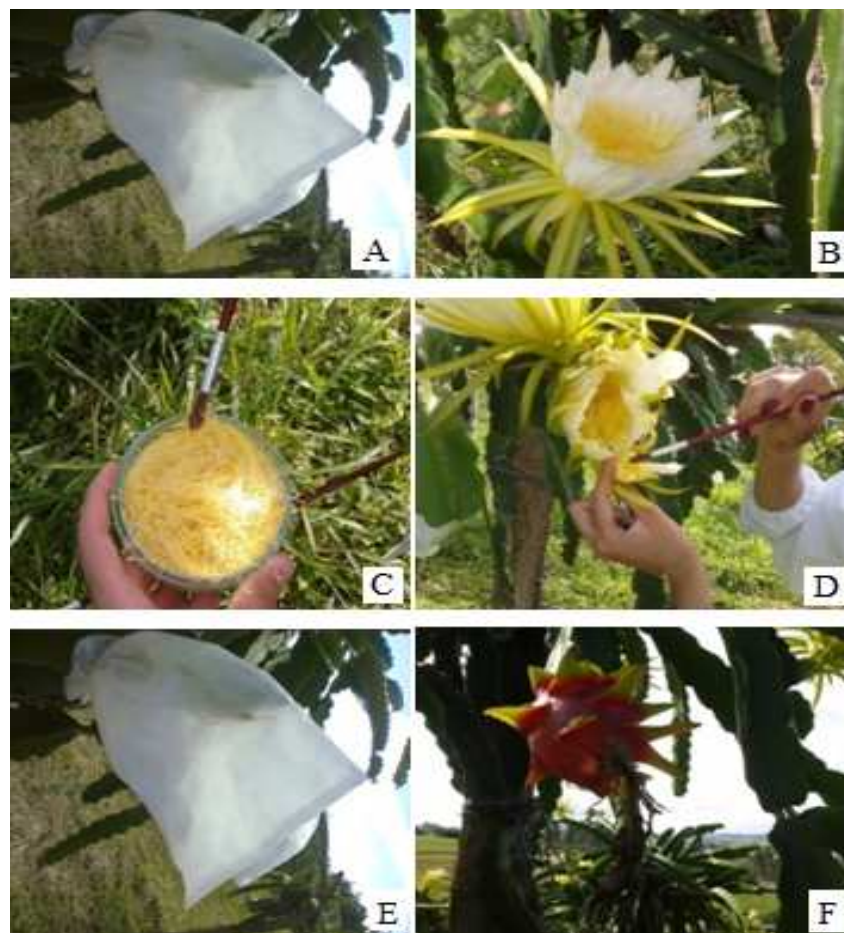


Figura 1 Etapas da polinização artificial em pitiaia vermelha. A: Ensacamento da flor antes da antese; B: Antese; C: Coleta de grão de pólen da flor emasculada; D: polinização artificial com auxílio de pincel; E: Ensacamento da flor polinizada; F: Fixação do fruto. Foto: T. P. de Menezes, Lavras, MG (2012)

Após a colheita dos frutos foram avaliadas características físicas e químicas:

- a) massa de fruto: através de balança digital e o resultado expresso em gramas (g);

- b) massa de polpa: separando-se a casca, efetuou-se a pesagem da polpa em balança digital, expresso em gramas (g);
- c) massa de casca: separando-se a polpa, efetuou-se a pesagem da casca em balança digital, expresso em gramas (g);
- d) diâmetro transversal e longitudinal do fruto: através de paquímetro digital e expresso em mm;
- e) espessura de casca: utilizando-se paquímetro digital e expressa em mm;
- f) acidez titulável (%): foram pesados 1 g da polpa do fruto em balança analítica que posteriormente foi transferido para erlenmeyers, adicionando-se 20 mL de água destilada. Acrescentou-se a esta solução três gotas de fenolftaleína 0,1% e em seguida foi realizada as titulações, sob agitação, com solução de NaOH a 0,1 N. Os resultados foram expressos em gramas de ácido málico por 100 g de polpa (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS - AOAC, 2007);
- g) pH: o potencial hidrogeniônico foi medido através de Phgâmetro Marconi (PA200), sendo a leitura efetuada após a mistura de um 1 g de polpa com 20 mL de água;
- h) teor de sólidos solúveis (%): determinado com refratômetro manual, marca ATAGO, sendo os resultados expresso em porcentagem (AOAC, 2007);
- i) relação SS/AT: obtida pela razão entre os teores de sólidos solúveis (SS) e a acidez titulável (AT).
- j) número de sementes por frutos: realizou-se a extração das sementes através de cortes transversais nos frutos e com auxílio de peneira e água corrente para retirada da mucilagem. Posteriormente as sementes foram colocadas para secar a sombra por 48 horas. O

número de sementes foi estimado pela contagem de cem sementes em uma amostra de oito frutos.

Para estudar a viabilidade das sementes formadas nos frutos, avaliou-se a percentagem de germinação. Para isto, as sementes extraídas dos frutos foram acondicionadas em caixas gerbox, mantidas em câmara com temperatura constante à 25°C e avaliada aos dez dias após a sementeira (10 DAS). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições de cinquenta sementes em cada.

Os dados obtidos das características estudadas foram submetidas à análise de variância, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott utilizando-se o programa Sisvar (FERREIRA, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constatou-se que os dois tipos de polinização resultaram na fixação de fruto, porém, em abril a percentagem de frutos obtidos foi superior a de janeiro. Possivelmente, o pegamento de frutos pode ter sido influenciado pelas condições ambientais, uma vez que a precipitação em janeiro foi superior a abril, conforme demonstrado no Gráfico 1, afetando, provavelmente, a viabilidade do grão de pólen utilizado na polinização.

Em ambas as épocas de polinização, o pegamento de frutos foi maior através da polinização artificial cruzada, obtendo-se até 93% de frutificação (Tabela 1).

Tabela 1 Percentagem de frutificação de flores de pitaia vermelha polinizadas manualmente, em duas épocas de florescimento. Lavras, 2012

Fonte de variação	Tipo de polinização	Época de polinização	
		Janeiro	Abril
Frutificação (%)	Autopolinização	66%	80%
	Cruzada	73%	93%

Weiss, Nerd e Mizrahi (1994) estudando sistemas de melhoramento e tipo de polinização em *Hylocereus undatus* obtiveram de 50% a 79,6% de fixação de frutos em flores autopolinizadas manualmente. Estes autores tiveram maior fixação de frutos através da polinização cruzada de *Hylocereus* com clones de outras espécies, alcançando 100% de frutificação e em flores de isoladas de *Hylocereus* não houve pegamento de frutos.

Como foi possível obter frutos por meio da autopolinização, infere-se que não há autoincompatibilidade para a espécie avaliada. Contudo, maior taxa de fixação de frutos foi obtida pela realização da polinização cruzada.

Percebe-se que a polinização artificial em pitaia vermelha, utilizando-se o próprio pólen, pode ser realizada objetivando a fixação de frutos, podendo substituir polinizadores naturais. Para Weiss, Nerd e Mizrahi (1994), a polinização manual pode ser realizada convenientemente durante as primeiras horas da manhã, se economicamente possível. Os autores também relatam que a polinização manual cruzada resulta em uma alta fixação de frutos, além da obtenção de frutos mais pesados em comparação com frutos de polinização aberta em *Hylocereus* spp.

Analisando a Tabela 2 verifica-se que a acidez e a relação SS/AT dos frutos foram influenciados significativamente pelo tipo de polinização (P), época de polinização (E). Para a percentagem de germinação não houve significância nem para tipo de polinização e nem para a época de polinização. Já para as características diâmetro longitudinal e transversal, massa de polpa, massa de casca e número de sementes houve influencia significativa da época de polinização, assim como da interação. Foi observado diferenças somente da época de polinização para os fatores massa de fruto, espessura de casca, teores de sólidos solúveis e pH.

Tabela 2 Resumo da análise de variância para as características massa de fruto (MF), massa de polpa (MP), diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT), massa de casca (MC), espessura de casca (EC), número de sementes (NS), teores de sólidos solúveis (SS), pH, acidez titulável (AT), ratio (SS/AC) e germinação (GR) em frutos de pitaia vermelha polinizados manualmente em duas épocas. Lavras, 2012

F.V	Pr > Fc												
	GL	MF	MP	DL	DT	MC	EC	NS	SS	pH	AT	SS/AT	GR
Tipo de polinização (P)	1	0,08	0,29	0,05	0,95	0,18	0,08	0,04*	0,20	0,08	0,00**	0,00**	0,60
Época (E)	1	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**	0,6
E x P	1	0,06	0,01*	0,00**	0,02*	0,00**	0,41	0,00**	0,79	0,77	0,00**	0,51	0,13
CV (%)		15,48	24,87	11,27	9,50	19,60	17,41	27,07	8,56	5,39	16,37	11,31	4,87

* = significativo a 5% pelo teste de F.

** = significativo a 1% pelo teste de F.

Através da Tabela 3 é possível constatar diferenças, em janeiro, nos frutos autopolinizados em relação aos frutos de polinização cruzada, para as características diâmetro longitudinal, massa de fruto, massa de polpa e número de sementes. Os valores médios obtidos para estas características, de 83,41 mm para o diâmetro longitudinal, 213,12 g de massa de fruto, 114,01 g de massa de polpa e 1.402,27 o número de sementes por frutos, são superiores aos encontrados para os frutos oriundos de polinização manual cruzada nesta mesma época. Dessa forma, é possível inferir que a massa de fruto, massa de polpa e o número de sementes por fruto apresentam uma correlação positiva.

Frutos polinizados em abril diferiram apenas em relação à massa de casca, apresentando em média 247,23g e 197,95 g (Tabela 3), para frutos de polinização manual cruzada e autopolinização manual, respectivamente.

Ainda na mesma tabela, observando-se os resultados médios das características físicas dos frutos avaliadas, verificam-se valores superiores para os frutos polinizados em abril, tanto para frutos de autopolinização manual quanto para frutos de polinização manual cruzada. Estes resultados indicam que a época de polinização das flores influencia nos atributos físicos dos frutos.

Tabela 3 Valores médios das características diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT), massa de fruto (MF), massa de polpa (MP), massa de casca (MC), espessura de casca (EC) e número de sementes (NS) para frutos de pitaia vermelha resultantes de dois tipos de polinização e duas épocas de polinização. Lavras, 2012

	Tipo de polinização	Época de polinização		
		Manual	Janeiro	Abril
Diam. Longitudinal (mm)	Autopolinização		83,41 aB	99,04 aA
	Cruzada		67,79 bB	102,44 aA
Diam. Transversal (mm)	Autopolinização		63,97 aB	84,01 aA
	Cruzada		58,78 aB	88,94 aA
Massa de fruto (g)	Autopolinização		213,12 aB	499,70 aA
	Cruzada		151,86 bB	501,46 aA
Massa de casca (g)	Autopolinização		99,11 aB	197,95 bA
	Cruzada		76,02 aB	247,23 aA
Massa de polpa (g)	Autopolinização		141,01 aB	263,08 aA
	Cruzada		61,39 bB	285,72 aA
Espessura de casca (mm)	Autopolinização		3,18 aB	5,66 aA
	Cruzada		3,43 aB	6,33 aA
Número de sementes	Autopolinização		1402,27 aB	2885,85aA
	Cruzada		514,96bB	3075,70 aA

Médias seguidas pela mesma letra em minúsculo na coluna e mesma letra em maiúsculo na linha pertencem a um mesmo grupo, não diferindo entre si pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade

Silva, Martins e Cavallari (2011), estudando a qualidade de frutos de pitaia em função da época de polinização também constataram influencia da época nas características dos frutos, em relação a massa de polpa, percentagem de polpa, espessura de casca, vitamina C e dias até a colheita, sendo os três últimos atributos maiores para flores polinizadas em abril.

Ressalta-se que as condições ambientais das épocas de polinização neste estudo foram diferentes. De acordo com Nogueira et al. (2002) as características de qualidade, como coloração, peso e tamanho dos frutos, teores de sólidos solúveis totais e pH são influenciadas pela desuniformidade genética, precipitações pluviométricas, temperatura, adubação, altitude, pragas e doenças.

Os resultados encontrados nos frutos de flores polinizadas em abril, para os dois tipos de polinização são superiores aos obtidos por Moreira et al. (2011) em pitaia vermelha trabalhando com diferentes tipos de adubação orgânica, a exceção do rendimento de polpa que apresentaram valores semelhantes.

Em relação ao número de sementes por fruto verifica-se diferenças em relação a época de polinização das flores, sendo observado maior quantidade de sementes (3075,70) em flores polinizadas em abril, independente do tipo de polinização. Já em janeiro, evidenciaram-se diferenças do número de sementes em relação ao tipo de polinização, verificando-se maior valor em flores autopolinizadas manualmente.

Weiss, Nerd e Mizrahi (1994) estudando viabilidade de pólen em pitaia, observaram que a percentagem máxima de óvulos que se desenvolveram em sementes foi de 23% em *Selenicereus megalanthus*, enquanto em *Hylocereus undatus* foi de 90%. Conforme os autores, a baixa quantidade de sementes encontradas em *Selenicereus megalanthus* pode estar relacionada à viabilidade e a germinação do pólen. Além disso, reportam que maior quantidade de sementes e peso de fruto poderiam ter sido obtidos com polinização com pólen altamente viável de outros clones de *Selenicereus megalanthus* ou outro *Selenicereus* spp.

Assim, a menor quantidade de sementes por fruto em janeiro possivelmente está relacionada à viabilidade do pólen e a quantidade de óvulos fecundados, o que conseqüentemente afetou o tamanho dos frutos obtidos. Provavelmente, a quantidade de pólen depositado nos estigmas das flores também interferiu na fecundação dos óvulos, afetando a produção de sementes.

Cisneros, Garcia e Tel-Zur (2011), estudando o desenvolvimento de sementes em três espécies de *Hylocereus* reportam que *Hylocereus undatus* produz um número relativamente elevado de sementes viáveis, cerca de 3800 sementes por fruto em média. Mizrahi et al. (2004) relatam maior número médio

de sementes por fruto em *Hylocereus polyrhizus* (4744 sementes), em flores polinizadas com pólen de *Hylocereus undatus*.

Em relação às características químicas, observar-se pela Tabela 4 que tanto em janeiro como em abril, os frutos obtidos pela autofecundação manual diferem dos frutos de polinização manual cruzada nas características acidez titulável e a relação SS/AT. Já a época de polinização influencia em todas as características químicas avaliadas (SS, pH, AT, SS/AT), em ambos os tipos de polinização, sendo encontrados valores maiores de sólidos solúveis e acidez titulável em flores polinizadas em abril.

De maneira geral, os frutos polinizados em janeiro apresentaram maiores pH (4,58 e 4,47) e conseqüentemente menor acidez titulável (0,16 e 0,22) para flores autopolinizadas e de polinização cruzada, respectivamente, visto que são características inversas. Os teores de sólidos solúveis são maiores quando as flores são polinizadas em abril, o que proporciona um valor maior no ratio dos frutos, já que este representa a relação entre SS/AT. Os valores de pH, acidez titulável e SS/AT neste estudo são superiores aos encontrados por Silva, Martins e Cavallari(2011) e os teores de sólidos solúveis semelhantes.

Tabela 4 Valores médios para as características teores de sólidos solúveis, pH, acidez titulável, relação SS/AT, percentagem germinação de sementes de frutos de pitáia resultantes de dois tipos de polinização e duas épocas de polinização. Lavras, 2013

	Tipo de polinização manual	Época de polinização	
		Janeiro	Abril
Teores de sólidos solúveis (SS)	Autopolinização	11,72 aB	13,74 aA
	Cruzada	12,08 aB	14,28 aA
pH	Autopolinização	4,58 aA	4,12 aB
	Cruzada	4,47 aA	3,97 aB
Acidez Titulável (AT)	Autopolinização	0,16 bB	0,34 bA
	Cruzada	0,22 aB	0,54 aA
SS/AT	Autopolinização	78,17 aA	45,01 aB
	Cruzada	54,76 bA	23,96 bB
Germinação (%)	Autopolinização	93,0 aA	98,0 aA
	Cruzada	98,0 aA	95,5 aA

Médias seguidas pela mesma letra em minúsculo na coluna e mesma letra em maiúsculo na linha pertencem a um mesmo grupo, não diferindo entre si pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade

A germinação das sementes não foi influenciada pelo tipo de polinização e nem pela época de polinização (Tabela 4), apresentando um elevado poder germinativo, observando-se até 98% de germinação. Por tanto, os dois tipos de polinização, independente da época geram sementes viáveis. Valores inferiores na germinação de pitáia, foram encontrados por Alves, Godoy e Correa (2011), utilizando-se diferentes substratos, obtendo 85% como o máximo de sementes germinadas, a 25°C, em rolo de papel.

Silva, Martins e Cavallari(2011), polinizando pitáia em diferentes épocas do ano (março e abril)reportam que as condições climáticas durante o desenvolvimento dos frutos afetam a sua qualidade. Nomura, Ide e Yonemoto (2005) estudando mudanças no conteúdo de açúcar e ácidos em pitáia durante o desenvolvimento do fruto observaram que os frutos colhidos no verão tinham menor teor de sólidos solúveis que os colhidos no outono. Assim, as diferenças encontradas nas características dos frutos neste estudo podem estar relacionadas

a fatores ambientais, já que as polinizações foram realizadas em diferentes estações do ano (verão e outono).

4 CONCLUSÕES

A polinização artificial em pitaiá é uma alternativa para áreas onde os polinizadores naturais são escassos.

A época de polinização interfere nas características físicas e químicas dos frutos, assim como o tipo de polinização manual utilizado.

O tipo e a época de polinização não interferem na germinação das sementes de pitaiá.

REFERÊNCIAS

ALVES, C. Z.; GODOY, A. R.; CORREA, L. de S. Adequação da metodologia para o teste de germinação de sementes de pitaia vermelha. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 5, p. 779-784, maio 2011.

ANDRADE, R. A. de; OLIVEIRA, I. V. M.; MARTINS, A. B. G. Influência da condição e período de armazenamento na germinação de sementes de pitaya-vermelha. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 168-170, 2005.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 18th ed. Washington, 2007. 1750 p.

CANTO, A. R. **El cultivo de pitahaya en Yucatan**. Chapingo: Gobierno Del Estado de Yucatan; Universidad Autónoma Chapingo, 1993. 53p.

CISNEROS, A.; GARCIA, R.B.; TEL-ZUR, N. Ovule morphology, embryogenesis and seed development in three *Hylocereus* species (*Cactaceae*). **Flora**, London, v. 206, n. 12, p.1076-1084, Dec. 2011.

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.1, n. 6, p. 1862-1866, nov./dez. 2007.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...UFSCar**, 2000. p. 255-258.

GUNASENA, H. P. M.; PUSHPAKUMARA, D. K. N. G.; KARIYAWASAM, M. Dragon fruit (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton and Rose). In: PUSHPAKUMARA, D. K. N. G.; GUNASENA, H. P. M.; SINGH, V. P. (Ed.). **Underutilized fruit trees in Sri Lanka**. New Delhi: World Agroforestry Centre, 2007. p.110-142.

LE BELLEC, F. Pollinisation et fécondation de *Hylocereus undatus* et de *H. costaricensis* à l'île de la Réunion. **Fruits**, Paris, v. 59, n. 6, p. 411-422, 2004.

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

MARQUES, V. B. et al. Fenologia reprodutiva de pitaya vermelha no município de Lavras, MG. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 6, p. 984-987, 2011.

MERTEN, S. A review of *Hylocereus* production in the United States. **Journal of the Professional Association for Cactus Development**, Davis, v. 5, n. 5, p.98-105, Nov. 2003.

MIZRAHI, Y. et al. Metaxenia in the vine cacti *Hylocereus polyrhizus* and *Selenicereus* spp. **Annals of Botany**, London, v. 93, n. 4, p. 469-472, Apr. 2004.

MOREIRA, R. A. et al. Crescimento de pitaya vermelha com adubação orgânica e granulada bioclastica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 5, p. 785-788, maio 2011.

NOGUEIRA, R. J. M. C. et al. Efeito do estágio de maturação dos frutos nas características físico-químicas de acerola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.4, p. 463-470, abr. 2002.

NOMURA, K.; IDE, M.; YONEMOTO, Y. Changes in sugars and acids in pitaya (*Hylocereus undatus*) fruit development. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, Ashford, v. 80, n. 6, p. 711-715, 2005.

RAMALHO, M. A. P. et al. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas**. Lavras: UFLA, 2012. 522p.

SILVA, A. de C. C. da; MARTINS, A. B. G.; CAVALLARI, L. de 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**, Jaboticabal, v. 33, n. 4, p. 1162-1168, dez. 2011.

WEISS, J.; NERD, A.; MIZRAHI, Y. Flowering behavior and pollination requirements in climbing cacti with fruit crop potential. **HortScience**, Alexandria, v. 29, n. 2, p. 1487-1492, 1994.

CAPÍTULO 4

Características físicas e químicas de pitaia vermelha durante a maturação

RESUMO

Devido ao aumento do consumo de frutos exóticos mundialmente, o cultivo da pitaia tem sido favorecido. Para incrementar o potencial agrônomo da cultura, são necessários conhecimentos que visem o aumento da qualidade do fruto. Dessa forma, objetivou-se nesta pesquisa estudar características físicas e químicas de pitaia vermelha durante a sua maturação, visando definir o estágio ótimo de colheita do fruto. Foram avaliados os seguintes parâmetros de qualidade: massa fresca do fruto, diâmetro longitudinal e transversal, cor de casca, firmeza da polpa, teores de sólidos solúveis, acidez titulável, SS/AT e pH. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, representado pelos períodos de coleta (dias após a antese). Em cada período de avaliação foram coletados sete frutos, representando as repetições, sendo um fruto em cada repetição. As médias dos períodos de avaliação foram submetidas à avaliação polinomial, sendo os modelos selecionados conforme a significância do teste F e do coeficiente de determinação. Os resultados indicaram que o ponto ideal para a colheita de pitaia vermelha ocorre aos 41 dias após a antese (DAA). Neste estágio, os frutos apresentaram maior massa, maior intensidade de coloração vermelha na casca, menor firmeza da polpa, maior teor de sólidos solúveis e menor acidez.

Palavras-chave: Pós-colheita. Qualidade de fruto. Dias após a antese. *Hylocereus undatus* Haw.

ABSTRACT

Due to the increased consumption of exotic fruits all over the world, the growing of pitahaya has been benefited. To enhance the agronomic potential of the crop, knowledge which aims at the increase of the fruit quality is necessary. In this way, it was intended in this work to study the physical and chemical characteristics of white-fleshed pitahaya during its maturation, aiming to define the optimum stage of collection of the fruit. The following quality parameters were evaluated: fresh mass of the fruit, longitudinal and transverse diameter, skin color, pulp firmness, contents of soluble solids, titratable acidity, SS/AT and pH. The experimental design utilized was the completely randomized, represented by the harvest periods (days after anthesis). In each evaluation period, seven fruits were collected, standing for the replications, that is, one fruit in each replication. The means of the evaluation periods were submitted to the polynomial evaluation, the models being selected according to the significance of the T test and of the determination coefficient. The results indicated that the ideal harvest point of the white-fleshed pitahaya takes place at 41 days after anthesis (DAA). In this stage, the fruits presented greater mass, greater intensity of red color on the skin, less pulp firmness, greater contents of soluble solids and lower acidity.

Keywords: Post-collection. Fruit quality. Days after anthesis. *Hylocereus undatus* Haw.

1 INTRODUÇÃO

O gênero *Hylocereus* é um cacto nativo americano de hábito variado e amplamente distribuído da Costa da Flórida ao Brasil, sendo seu fruto conhecido sob diversos nomes comerciais e nativos, prevalecendo mundialmente ‘pitahaia’ ou ‘pitaya’ (ORTIZ-HERNANDEZ;CARRILLO-SALAZAR, 2012) e no Brasil, pitaia.

No mundo existem três grupos de pitaia de valor comercial: a de casca vermelha e de polpa branca, *Hylocereus undatus*, a pitaia vermelha e de polpa vermelha, *Hylocereus costaricensis*, e a pitaia de casca amarela, com espinhos, e polpa branca, *Selenicereus megalanthus* (COLOMBIA, 2011).

O fruto da pitaia é uma baga indeiscente, de formato globoso a elipsóide, com 10 a 12 cm de diâmetro (HERNANDEZ, 2000). Pode ser consumido *in natura* ou na forma de vinho, suco, geléia, iogurte, doce, conserva e outras sobremesas (HERBACH et al., 2006; SHETTY; RANA; PREETHAM, 2012).

Os frutos da pitaia não são climatéricos (ZEE; YEN; NISHINA, 2004), assim devem estar no estágio ótimo de amadurecimento comestível à época da colheita e para que apresentem maior qualidade, devem ser deixados na planta até atingirem a composição desejável (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Em estudo de análise sensorial, Centurión et al. (2008) relataram que os frutos de pitaia tem maior aceitabilidade quando colhidos entre 25 e 31 dias após a antese e apresentam uma vida útil de 6 a 10 dias, quando armazenados em temperatura de 20 a 26°C (ARÉVALO-GALARZA; ORTIZ-HERNÁNDEZ, 2004; NERD; MIZRAHI, 1999).

A correta determinação do estágio de maturação do fruto é essencial para realizar a colheita no momento adequado (COELHO; CENCI; RESENDE, 2010). Dessa forma, são utilizados indicadores de maturação, que compreendem

medidas físico-químicas, que sofrem alterações durante a maturação dos frutos (AZZOLINI; JACOMINO; SPOTO, 2004).

De acordo com Corrales (2003) pouco se conhece sobre os índices de colheita e o comportamento pós-colheita dos frutos de pitaia, assim como os parâmetros de qualidade das diferentes espécies cultivadas. Diante disso, objetivou-se estudar neste trabalho as características químicas e físicas de frutos de pitaia vermelha durante a sua maturação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no setor de Fruticultura do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA) - MG. O município está situado a 21°14'06" de latitude Sul e 45°00'00" de latitude Oeste, a uma altitude média de 918 metros (DANTAS; CARVALHO; FERREIRA, 2007). O clima da região é do tipo Cwa, segundo a classificação de Köppen. Os dados ambientais do período experimental estão demonstrados no Gráfico 1.

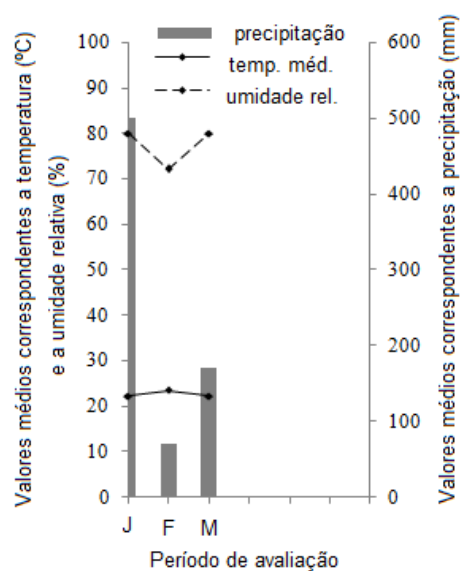


Gráfico 1 Dados ambientais relativos ao período experimental durante os meses de janeiro (J), fevereiro (F) e março (M). Estação Climatológica do Departamento de Engenharia da UFLA, Lavras, MG (2013)

Para a condução do experimento foram utilizadas 20 plantas de pitaia vermelha [*Hylocereus undatus*(Haw.)], com cinco anos de idade, em espaçamento 3,0 x 3,0 m, tutoradas perpendicularmente ao solo, em mourões de eucalipto de 1,80 m. Na parte mediana de cada planta foram selecionados

cladódios sadios, onde foram marcados 5 botões florais em estágio de desenvolvimento visualmente homogêneo, totalizando 100 botões florais.

A partir da formação dos frutos, foram realizadas seis coletas (Figuras 1A e 1B), a cada 5 dias, para as avaliações físicas e químicas, realizadas no Laboratório de Pós-Colheita, da Universidade Federal de Lavras, sendo analisadas as seguintes características: massa fresca do fruto, diâmetros transversal e longitudinal, firmeza da polpa, coloração da casca, sólidos solúveis, acidez titulável (% ácido málico), relação SS/AT (ratio) e pH.



Figura 1A Desenvolvimento de frutos de pitiaia vermelha (dias após a antese).
A= 21 dias após a antese, B= 26 dias após a antese, C= 31 dias após a antese, D= 36 dias após a antese, E= 41 dias após a antese, F= 46 dias após a antese

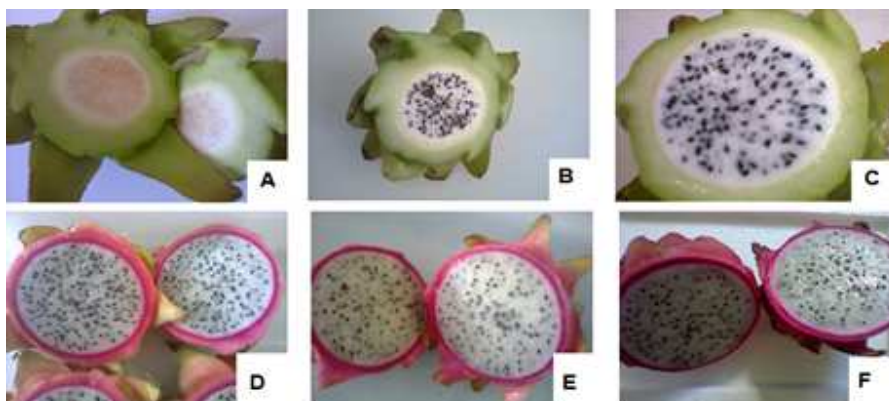


Figura 1B Cortes de frutos de pitaya vermelha durante seu desenvolvimento (dias após a antese). A= 21 dias após a antese, B= 26 dias após a antese, C= 31 dias após a antese, D= 36 dias após a antese, E= 41 dias após a antese, F= 46 dias após a antese

- a) massa fresca do fruto obtido por balança digital e expresso em gramas;
- b) diâmetro transversal e longitudinal avaliado por meio de um paquímetro digital e os resultados expressos em centímetro (mm);
- c) firmeza da polpa determinada com auxílio de um penetrômetro marca TR, modelo FT 327, com ponteira de 8 mm, na região equatorial dos frutos, em pontos equidistantes, dos dois lados. Os resultados foram expressos em Newton ($N.cm^{-2}$);
- d) os valores de coloração foram determinados com o auxílio do colorímetro Minolta, modelo CR-400, com iluminante D_{65} e no sistema CIE $L^*a^*b^*$. As leituras dos valores foram feitas em quatro pontos aleatórios na casca do fruto de cada repetição. As coordenadas indicam: L^* (brilho), a^* (-a é verde/ + a é vermelho) e b (-b é azul/ +b é amarelo);
- e) a concentração de sólidos solúveis (SS) foi determinada em refratômetro digital com compensação automática de temperatura,

modelo PR-100 pallette (Atago Co, LTD, Japão), fazendo-se três leituras em cada fruto, a 20°C, sendo os resultados expressos em porcentagem (ASSOCIATION OF OFFICAL ANALITICAL CHEMISTS- AOAC, 2007);

- f) a acidez titulável (AT) foi determinada a partir do suco titulado, com hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 N, com valores expressos em porcentagem (%) de ácido málico (AOAC, 2007);
- g) relação SS/AT (ratio): obtido pelo quociente sólidos solúveis totais/acidez titulável;
- h) o pH foi determinado em duplicata, com as leituras feitas em um Phmetro digital, com valores variando de 0 - 14 (AOAC, 2007).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, representado pelos períodos de coleta. Em cada estágio de avaliação foram coletados sete frutos, representando as repetições, sendo um fruto em cada repetição. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância utilizando o programa Sisvar (FERREIRA, 2000). As médias dos períodos de avaliação foram submetidas à avaliação polinomial, sendo os modelos selecionados conforme a significância do teste F e do coeficiente de determinação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Características físicas

Observou-se através da análise de variância que o fator de variação período de coleta influenciou todas as características físicas avaliadas. As médias observadas ao longo da maturação da pitaia estão contidas na Tabela 1.

Tabela 1 Médias observadas das características físicas de pitaia vermelha durante a sua maturação. UFLA, 2013

Dias após a antese	Massa fresca do fruto (g)	Diâmetro longitudinal (mm)	Diâmetro transversal (mm)	Valor L*	Valor a*	Firmeza (N)
21	135,11	67,26	62,09	47,91	-12,92	20,94
26	189,45	73,63	64,58	51,17	-12,61	16,60
31	257,67	82,50	69,17	54,81	-16,12	17,09
36	398,46	97,81	77,27	51,55	20,09	6,71
41	442,47	98,73	83,41	51,23	35,50	6,16
46	384,66	94,82	84,08	50,04	31,21	6,37

As coordenadas indicam: L* (brilho) e a* (-a é verde/ + a é vermelho)

A massa fresca dos frutos apresentou um comportamento cúbico no desenvolvimento da pitaia vermelha (Gráfico 2), atingindo massa máxima de 442,47 g (Tabela 1), observando-se um decréscimo deste valor a partir de 41 dias após a antese. Para Will et al. (1998), uma perda de massa superior a 5% pode ser suficiente para diminuir a qualidade em diferentes frutos. Possivelmente, a redução da massa na maturação final do fruto está relacionada à desidratação. Silva et al. (2006) relatam que a perda de massa é acentuada quanto maior o grau de amadurecimento do fruto, chegando a níveis demasiados na senescência, quando não está mais apto a comercialização.

De acordo com Rodríguez et al.(2005) a perda de água por transpiração são maiores em frutas maduras, provavelmente devido ao evento da maturação, o qual requer uma elevada taxa de respiração, que por sua vez envolve geração de calor e perda de água.

Os valores da massa de fruto observados neste estudo são semelhantes aos encontrados na literatura. Yah et al. (2008) relatam massa de pitaia vermelha, aos 31 dias após a antese, de 469,2 g. Le Bellec, Vaillant e Imbert (2006) reportam que a massa dos frutos de *Hylocereus undatus* varia de 300 g a 800 g.

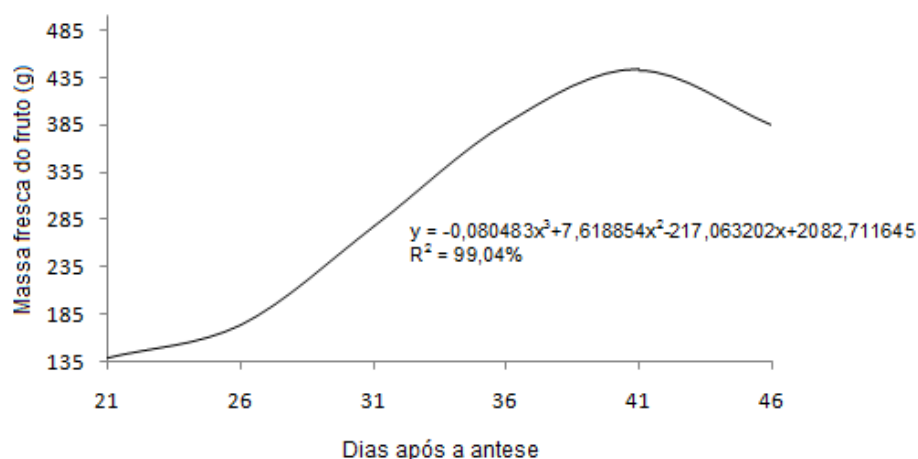


Gráfico 2 Massa fresca de pitaia vermelha (*Hylocereus undatus* Haw.) durante a maturação

O comportamento do diâmetro longitudinal da pitaia foi demonstrado por um modelo quadrático (Gráfico 3). Aos 41 dias após a antese, o fruto apresentou o diâmetro máximo de 98,76 mm, decrescendo em seguida. Já para o diâmetro transversal foi observado um incremento linear durante o desenvolvimento do fruto avaliado, sendo obtido o maior valor médio de 82,47

mm (Tabela 1). Já Yah et al. (2008) observaram aumento contínuo no tamanho da pitáia, que alcançou aos 31 dias após a antese 89 mm de diâmetro longitudinal e 82 mm de diâmetro transversal.

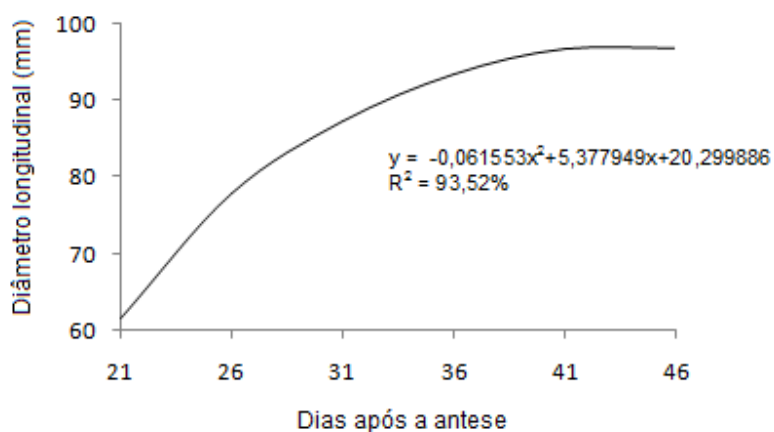


Gráfico 3 Diâmetro longitudinal de pitáia vermelha (*Hylocereus undatus* Haw.) durante seu desenvolvimento

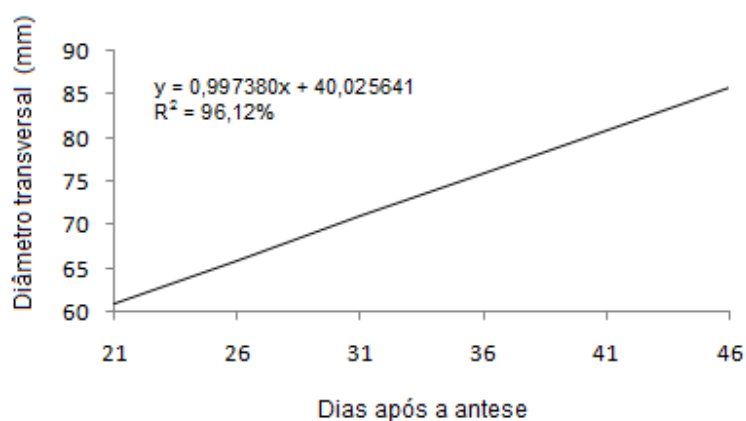


Gráfico 4 Diâmetro transversal de pitáia vermelha (*Hylocereus undatus* Haw.) durante seu desenvolvimento

Em relação à coloração, aos 21 dias após a antese, os frutos apresentaram uma coloração verde claro (Figura 1A), ocorrendo uma rápida mudança do verde para o vermelho, dos 31 aos 36 dias após a antese. As brácteas mantiveram-se uma discreta coloração verde durante o período estudado. Provavelmente neste período houve uma degradação da clorofila e a síntese de betacianinas. De acordo com Forni et al. (1992), as betacianinas são os pigmentos predominantes na maioria das cascas das cactáceas, responsáveis pela coloração vermelha durante o desenvolvimento do fruto. Aos 31 dias após a antese, Yah et al. (2008) observaram em estudos realizados no México, a coloração vermelha intensa em toda a casca de pitaia vermelha. Nerd e Mizrahi (1999) registraram a primeira mudança de cor aos 24-25 dias após a antese e 4-5 dias mais tarde, os frutos adquiriram coloração total, em condições de cultivo de 25 a 30°C, com irrigação e fertilização programada.

É possível observar, pelos Gráficos 5 e 6 que os valores de L^* e de a^* aumentaram conforme o desenvolvimento do fruto, porém decrescem a partir dos 36 e 41 dias após a antese, respectivamente.

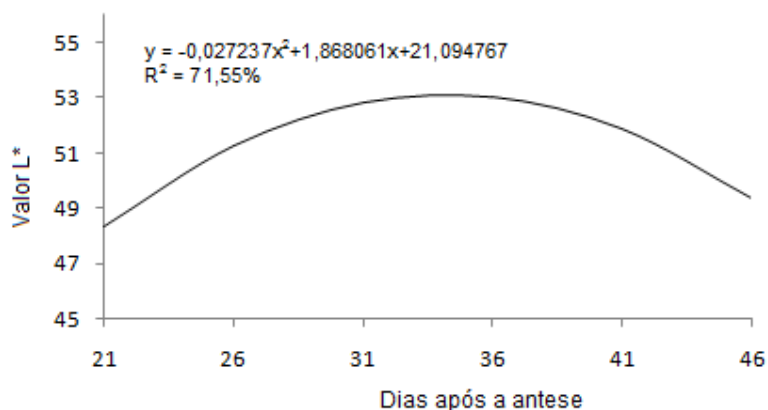


Gráfico 5 Valores de L^* em pitaia vermelha (*Hylocereus undatus* Haw.) durante seu desenvolvimento

De acordo com To et al. (2002) o estágio ótimo de colheita para a pitiaia vermelha pode ser indicada pela coordenada a^* e ocorre quando a casca encontra-se totalmente vermelha. Neste estudo, observou-se uma evolução do valor médio de a^* , de -12,92 (21 dias após a antese) a 35,50 (41 dias após a antese) (Tabela 1).

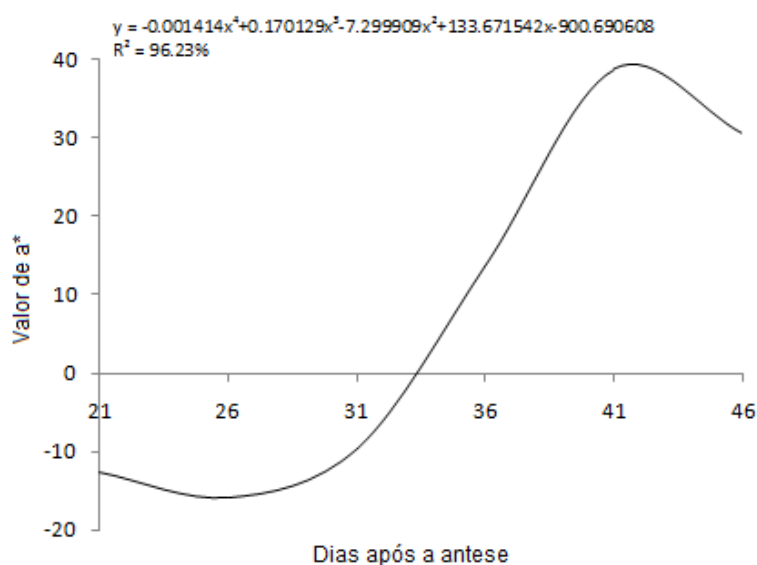


Gráfico 6 Valores de a^* em pitiaia vermelha (*Hylocereus undatus* Haw.) durante seu desenvolvimento

Em relação à firmeza observou-se um decréscimo do valor com o decorrer do tempo (Gráfico 7), variando de 20,94 N a 6,16 N (Tabela 1), indicando um amaciamento da polpa. No entanto, a partir dos 41 dias após a antese o valor desta variável sofre um pequeno aumento. Possivelmente este acréscimo pode estar relacionado com a perda de água pelo fruto. Valor semelhante (6,3 N) foram relatos por Centurión et al. (2008) e Yah et al. (2008), aos 31 dias após a antese.

De acordo com Enciso et al. (2011), a firmeza em frutos de *Hylocereus undatus* reduz consideravelmente quando alcançam a maturação completa. Este amolecimento da polpa da pitiaia para Centurión et al. (1999) está relacionado com o aumento da atividade da enzima pectinametilesterase durante a maturação.

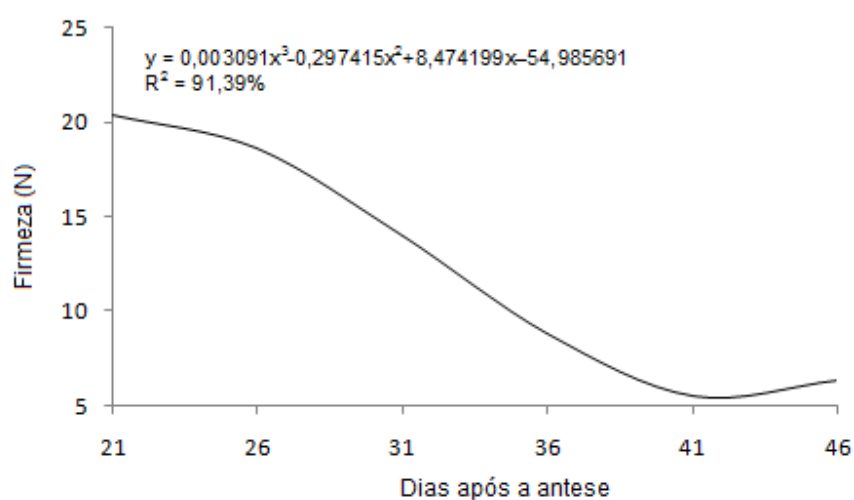


Gráfico 7 Firmeza da polpa de pitiaia vermelha (*Hylocereus undatus* Haw.) durante seu desenvolvimento

3.2 Características químicas

A análise de variância revelou que o período de coleta alterou significativamente as características químicas dos frutos de pitiaia. Os valores médios observados durante a maturação da pitiaia encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 Médias observadas das características químicas de pitaia vermelha durante a maturação. UFLA, 2013

Dias após a antese	Acidez Titulável (AT) (%)	pH	Sólidos solúveis (SS) (%)	Relação SS/AT
21	0,29	5,35	3,43	12,49
26	0,32	5,40	6,29	19,64
31	2,51	3,62	9,58	3,80
36	0,85	3,47	17,28	20,43
41	0,51	3,77	19,58	39,14
46	0,42	4,75	19,58	46,23

A acidez titulável da polpa da pitaia, medida em percentagem de ácido málico, durante a maturação, apresentou uma variação de 0,29% a 2,51% (Tabela 2). Até os 31 DAA foi verificado um aumento da acidez e em seguida um decréscimo (Gráfico 8). Esta redução no valor da acidez ocorreu simultaneamente à mudança da coloração da casca do fruto. Aos 46 dias após a antese foi observado o valor mínimo para esta variável. O acúmulo de ácidos orgânicos também foram verificados por Silva et al. (2005) em suco de maracujá, seguido de um declínio até o final do amadurecimento dos frutos. De acordo com Tucker (1993), os ácidos orgânicos durante o amadurecimento dos frutos, representam um dos principais substratos para os processos respiratórios, e de forma geral, tendem a diminuir durante esta fase.

Redução da acidez titulável durante o amadurecimento da pitaia vermelha foram verificados por Yah et al. (2008), dos 20 aos 31 dias após a floração, sendo observados valores 1,4 a 0,4% de ácido málico. Encisco et al. (2011) também constataram em pitaia uma redução de 80% na acidez do fruto durante o armazenamento.

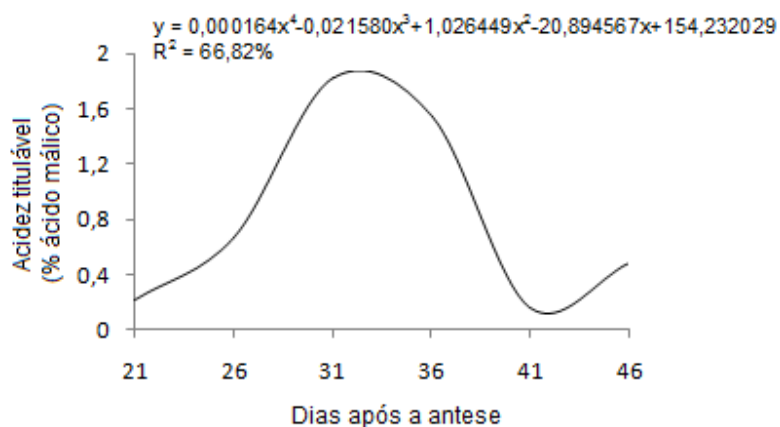


Gráfico 8 Valores de acidez titulável da polpa de pitaiá vermelha (*Hylocereus undatus* Haw.) durante seu desenvolvimento

Já o pH apresentou comportamento inverso à acidez, reduzindo com a maturação dos frutos até aos 36 dias após a antese, aumentando em seguida (Gráfico 9). Este comportamento também foi observado por Silva et al. (2005), em suco de maracujá. Segundo os autores, a redução do pH pode estar atribuída ao acúmulo de ácidos orgânicos, e o incremento do pH ao consumo os ácidos orgânicos durante o amadurecimento dos frutos, devido a atividade respiratória das células. Os valores de pH dos frutos nos três últimos estádios de maturação, quando adquiriram coloração vermelha da casca, variaram de 3,47 a 4,75 (Tabela 2).

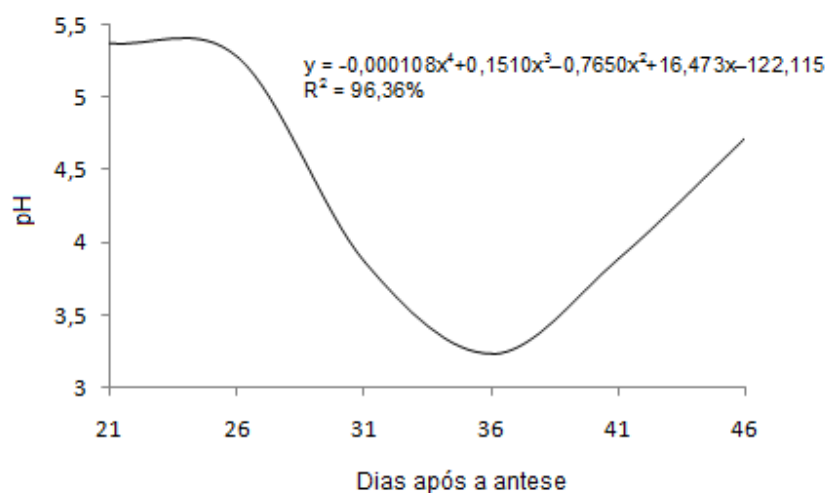


Gráfico 9 Valores de pH da polpa de pitiaia vermelha (*Hylocereus undatus* Haw.) durante seu desenvolvimento

Os teores de sólidos solúveis variaram de 3,4 % a 19,48% ao longo do desenvolvimento da pitiaia (Tabela 2) sendo observados os maiores valores nos estádios finais de maturação (Gráfico 10). Este comportamento está de acordo com Chitarra e Chitarra (2005), os quais relataram que o teor de sólidos solúveis é dependente do estágio de maturação no qual o fruto é colhido, aumentando, geralmente, durante o amadurecimento devido à degradação de polissacarídeos.

De acordo com Centurión et al. (2008) há uma relação entre o desenvolvimento da cor e o incremento dos sólidos solúveis dos frutos. Estes autores registraram 4,6 % SS aos 20 dias de desenvolvimento do fruto e aos 31 dias, 12,6%. Merten (2003) relata teores de sólidos solúveis em frutos de pitiaia vermelha, desenvolvidos na Califórnia, de 13% a 16%. Provavelmente, a diferença de valores encontrada neste estudo com os dados da literatura acima estão relacionadas ao tipo de clima e a temperatura do local de cultivo.

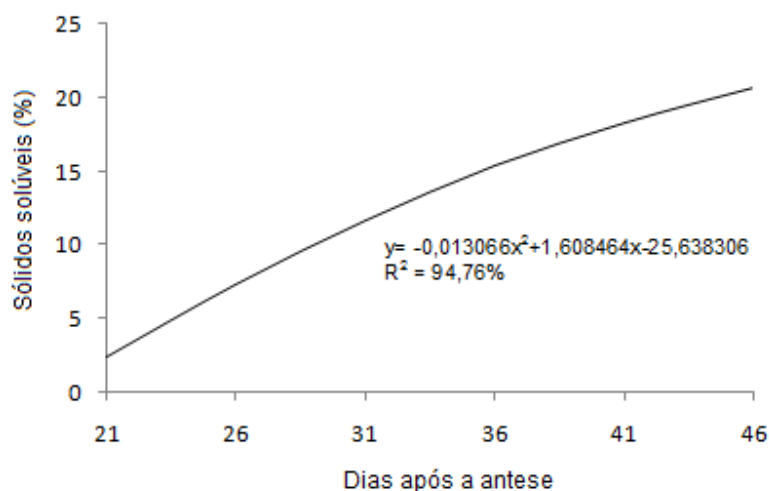


Gráfico 10 Teores de sólidos solúveis em polpa de pitaia vermelha (*Hylocereus undatus* Haw.) durante seu desenvolvimento

A relação SS/AT variou de 3,80 a 46,23 (Tabela 2), aumentando durante a maturação do fruto e permanecendo praticamente constante nos estádios finais de desenvolvimento (Gráfico 11). Este aumento está relacionado a baixa acidez registrada ao longo da maturação da pitaia. De acordo com Nerd e Mizrahi (1999) e To et al. (2002), para o consumo de frutos de *Hylocereus undatus*, o valor ideal da relação sólidos solúveis:acidez titulável é inferior a 40. De acordo com esses autores, neste estudo, valor inferior a 40 é observado aos 36 e 41 após a antese, quando os frutos apresentam coloração vermelha da casca. Yah et al. (2008) durante a maturação de pitaia vermelha relataram valores SS/AT de 3,4 (20 dias após o florescimento) a 33,5 (31 dias após o florescimento).

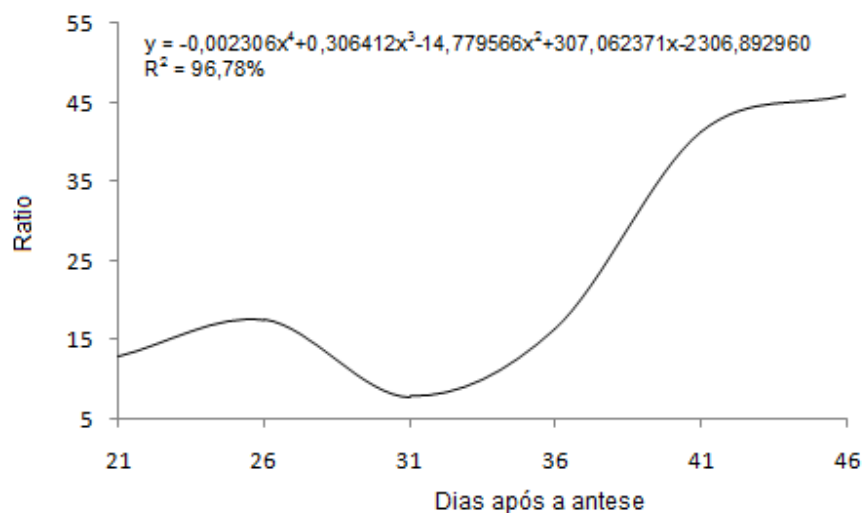


Gráfico 11 Valores de ratio de pitiaia vermelha (*Hylocereus undatus* Haw.) durante seu desenvolvimento

Dessa forma, é possível constatar através das características físicas e químicas da pitiaia, que a colheita do fruto pode ser realizada aos 41 dias após a antese, onde foram verificados melhores valores para os parâmetros de qualidade. A partir deste período, há uma redução do tamanho final do fruto, aumento da firmeza e aumento da relação SS/AT, podendo ser um indício da senescência do fruto.

Diferentemente, Zee, Yen e Nishina (2004) relataram que a colheita da pitiaia pode ser realizada 30 dias após a fixação do fruto. No entanto, os autores reportaram que atrasar a colheita para 50 dias após o florescimento permite a obtenção de frutos mais doces e pesados. Ramirez (1999), ao avaliar acessos mexicanos de *Hylocereus* encontrou alta variação fenotípica da parte aérea, flores e frutos, observando que o amadurecimento da pitiaia pode variar de 27 a 120 dias. Já Merten (2003), verifica que a maturação da pitiaia, na Califórnia, ocorre entre 40 a 45 dias após a antese, período em que os frutos alcançam níveis máximos de sólidos solúveis, que variam de 13% a 16%. Assim, percebe-se que

período de colheita da pitaia é influenciado pelas condições edafoclimáticas e genéticas.

4 CONCLUSÕES

A colheita da pitiaia, no Sul de Minas Gerais, pode ser realizada aos 41 dias após a antese. Neste período, os frutos apresentam maior massa fresca, maior intensidade de coloração vermelha na casca, menor firmeza da polpa, maior teor de sólidos solúveis e baixa acidez.

REFERÊNCIAS

ARÉVALO-GALARZA, M. L.; ORTIZ-HERNÁNDEZ, Y. D. Comportamiento poscosecha del fruto de la pitahaya (*Hylocereus undatus*). **Cactáceas y Suculentas Mexicanas**, San Pedro de los Pinos, año 49, n. 3, p. 85-90, 2004.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 18th ed. Washington, 2007. 1750 p.

AZZOLINI, M.; JACOMINO, A. P.; SPOTO, M. H. F. Estádio de maturação e qualidade pós-colheita de goiabas 'Pedro Sato'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 29-31, abr. 2004.

CENTURIÓN, Y. A. R. et al. Câmbios físicos, químicos e sensoriais em frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante su desarrollo. **Revista Fitotecnia Mexicana**, Chapingo, v. 31, n. 1, p. 1-5, 2008.

_____. Variación de las principales características de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante su maduración postcosecha. **Horticultura Mexicana**, Hermosillo, v. 7, n. 3, p. 419-425, dic. 1999.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

COELHO, A. A.; CENCI, S. A.; RESENDE, E. D. Qualidade do suco de maracujá-amarelo em diferentes pontos de colheita e após o amadurecimento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 722-729, maio/jun. 2010.

COLOMBIA. Ministério de Agricultura y Desarrollo Rural. **Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para cadena productiva de pitaya amarilla em Fresco em a Valle a Cauca**. Bogotá, 2011. Disponível em: <<https://www.minagricultura.gov.co/Paginas/inicio.aspx>>. Acesso em: 10 mar. 2013.

CORRALES, G. J. Caracterización, poscosecha, aprovechamiento e industrialización de pitayas y pitahayas. In:FLORES, C. A. (Ed.).**Pitayas y pitahayas**. Chapingo: Universidad Autónoma Chapingo, 2003. p.137-173.

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.1, n. 6, p. 1862-1866, nov./dez. 2007.

ENCISO, T. O.et al.Calidad postcosecha de frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus* Haw.) cosechados en tres estados de madurez. **Revista FitotecniaMexicana**, Chapingo,v. 34, n.1, p. 63-72, 2011.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...UFSCar**, 2000. p. 255-258.

FORNI, E. et al. High-performance liquid chromatographic analysis of the pigments of blood-red prickly pear (*Opuntia ficus indica*).**Journal of Chromatography**, Amsterdam, v. 593, n. 1/2, p.177-183, Feb. 1992.

HERBACH, K. M. et al. 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**, Barking, v. 39, n. 10, p. 667-677, Dec. 2006.

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

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

MERTEN, S.A review of *Hylocereus* production in the United States. **Journal of the Professional Association for Cactus Development**, Davis, v. 5, n. 1, p.98-105, Nov. 2003.

NERD, A.; MIZRAHI, Y. Effect of ripening stage on fruit quality after storage of yellow pitaya. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 15, n. 1, p. 99-105, Feb. 1999.

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

RAMÍREZ, M. F. J. **Caracterización y compatibilidad en pitahaya (*Hylocereus spp.*)**. 1999. 108 p. Tesis (Doctorado en Agronomía)- Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, 1999.

RODRÍGUEZ, R. D. A. et al. Efecto de dos índices de madurez y dos temperaturas de almacenamiento sobre el comportamiento en poscosecha de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Haw.). **Revista Facultad Nacional de Agronomía**, Medellín, v. 58, n. 2, p. 2837-2857, jul./dic. 2005.

SHETTY, A.A.; RANA, M.K.; PREETHAM, S.P. *Cactus*: a medicinal food. **Journal of Food Science and Technology**, Trivandrum, v. 49, n.5, p.530-536, May 2012.

SILVA, C. de S. et al. Amadurecimento da banana-prata climatizada em diferentes dias após a colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 1, p. 103-111, nov./dez. 2006.

SILVA, T.V. et al. Influência dos estádios de maturação na qualidade do suco do maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.3, p.472-475, 2005.

TO, L. V. et al. Dragon fruit quality end storage life: effect of harvest time use of plant growth regulators and modified atmosphere packaging. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 575, p.611-621, 2002.

TUCKER, G. A. Introduction. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. (Ed.). **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. p. 2-51.

WILLS, R. B. H. et al. **Postharvest**: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals. 4thed. Melbourne: New South Wales University, 1998. 262 p.

YAH, A. R. C. et al. Sensorial, physical and chemical changes of pitahaya fruits (*Hylocereus Undatus*) during development. **Revista Fitotecnia**, Chapingo, v. 31, n. 1, p. 1-5, 2008.

ZEE, F.; YEN, C. R.; NISHINA, M. Pitaya: dragon fruit, strawberry pearl. **Fruis eNuts**, Hawaii, v. 9, n. 2, p. 1-3, 2004.

ANEXOS

Tabela 1A Resumo da análise de variância para as características massa de fruto, massa de polpa, diâmetro longitudinal (DL) e transversal, (DT) e espessura de casca (EC) de frutos de pitaia vermelha autopolinizados e polinizados naturalmente. Lavras-MG, 2013

FV	Quadrados Médios					
	GL	Massa	Massa polpa	EC	DL	DT
Tratamento	1	21773,24**	13603,21**	3,30**	62,66 ^{ns}	51,34 ^{ns}
Resíduo	12	580,56	249,11	0,10	20,78	20,47
CV (%)		11,53	15,49	7,86	5,66	6,25

ns, ** : Não significativo e significativo a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

Tabela 2A Resumo da análise de variância para as número de sementes por fruto (NS), peso de sementes por fruto (PS), teor de sólidos solúveis (°Brix), acidez e relação SS/AT de frutos de pitaia vermelha autopolinizados e polinizados naturalmente. Lavras-MG, 2013

FV	Quadrados Médios				
	GL	pH	SS	Acidez	SS/AT
Tratamento	1	0,1028*	0,1207 ^{ns}	0,0224**	218,6720**
Resíduo	12	0,0211	0,8335	0,0013	14,8515
CV (%)		3,19	7,01	10,51	10,18

ns, * e ** : Não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

Tabela 3A Resumo da análise de variância para as características número de sementes por fruto (NS), peso de sementes por fruto (PS) de pitaia vermelha autopolinizados e polinizados naturalmente. Lavras-MG, 2013

FV	GL	Quadrados Médios	
		NS	PS
Tratamento	1	797233,06**	7,27**
Resíduo	12	16469,21	0,22
CV (%)		12,10	22,33

ns, ** : Não significativo e significativo a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

Tabela 4A Resumo da análise de variância para germinação de sementes de frutos pitaia vermelha autopolinizados e polinizados naturalmente aos 5 dias após a semeadura (GR 5DAS) e aos 10 dias após a semeadura (GR 10DAS). Lavras-MG, 2013

FV	GL	Quadrados Médios	
		GR 5DAS	GR 10DAS
Tratamento	1	128,00 ^{ns}	2,00 ^{ns}
Resíduo	6	30,33	67,66
CV (%)		8,16	8,75

ns: Não significativo pelo teste F

Tabela 5A Resumo da análise de variância para as características massa de fruto, massa de polpa, diâmetro longitudinal (DL) e transversal, (DT) e espessura de casca (EC) de frutos de pitaiá vermelha polinizados artificialmente em duas épocas de florescimento. Lavras-MG, 2013

FV	Quadrados Médios					
	GL	Massa fruto	Massa polpa	EC	DL	DT
Fruto	1	8555,33 ^{ns}	2245,50 ^{ns}	2,12 ^{ns}	373,80 ^{ns}	0,15 ^{ns}
Época	1	1008643,60 ^{**}	348576,36 ^{**}	72,60 ^{**}	6319,69 ^{**}	6298,09 ^{**}
E x F	1	10248,64 ^{ns}	14160,92 [*]	0,44 ^{ns}	904,21 [*]	256,13 [*]
Resíduo	36	2792,59	2927,33	0,65	98,67	49,32
CV (%)		15,48	24,87	17,41	11,27	9,50

ns, * e ** : Não significativo e significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

Tabela 6A Resumo da análise de variância para as características peso de casca (PC), número de sementes por fruto (NS), peso de sementes por fruto (PS) de pitaiá vermelha autopolinizados e polinizados naturalmente. Lavras-MG, 2013

FV	Quadrados Médios		
	GL	PC	NS
Fruto	1	1713,87 ^{ns}	1216143,56 [*]
Epoca	1	182318,85 ^{**}	40891330,87 ^{**}
Epoca x Fruto	1	13092,45 ^{**}	2900635,69 ^{**}
Resíduo	36	33249,72	284248,46
CV (%)		19,60	27,07

ns, * e ** : Não significativo e significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

Tabela 7A Resumo da análise de variância para as características teor de sólidos solúveis (°Brix), acidez e relação SS/AT de frutos de pitaia vermelha polinizados artificialmente em duas épocas de florescimento. Lavras-MG, 2013

FV	GL	Quadrados Médios			
		pH	SS	Acidez	SS/AT
Fruto	1	0,1638 ^{ns}	2,03 ^{ns}	0,1562**	4942,84**
Epoca	1	2,3716**	44,73**	0,6200**	10228,16**
Epoca x Fruto	1	0,0044 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,0504**	13,8650 ^{ns}
Resíduo	36	0,0533	1,23	0,0027	32,61
CV (%)		5,39	8,56	16,37	11,31

ns, * e ** : Não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

Tabela 8A Resumo da análise de variância para germinação de sementes de frutos pitaia vermelha polinizados artificialmente em duas épocas de florescimento. Lavras-MG, 2013

FV	GL	Quadrados Médios
		Germinação
Fruto	1	6,25 ^{ns}
Epoca	1	6,25 ^{ns}
E x F	1	56,25 ^{ns}
Resíduo	15	21,91
CV (%)		4,87

ns: Não significativo pelo teste F

Tabela 9A Resumo da análise de variância para as características massa de fruto, diâmetro longitudinal (DL) e transversal, (DT), coloração (coordenadas L* e a*) de frutos de pitaiá vermelha durante seu desenvolvimento. Lavras-MG, 2013

FV	Quadrados Médios					
	GL	Massa fruto	L*	a*	DL	DT
Dias após a antese	5	109690,5**	35,46**	4038,51**	1162,05**	591,438**
Resíduo	36	2858,85	6,64	9,24	57,66	35,54
CV (%)		17,75	5,04	40,40	8,80	8,15

** : significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Tabela 10A Resumo da análise de variância para as características teor de sólidos solúveis (°Brix), pH, acidez, relação SS/AT e firmeza de frutos de pitaiá vermelha durante seu desenvolvimento. Lavras-MG, 2013

FV	Quadrados Médios					
	GL	SS	pH	Acidez	SS/AT	Firmeza
Dias após a antese	5	353,21**	5,47**	5,10**	1812,83**	307,99**
Resíduo	36	0,32	0,02	0,004	21,95	2,99
CV (%)		4,52	3,57	8,34	19,84	14,06

** : significativo a 1% de probabilidade pelo teste F