



DENIETE SOARES MAGALHÃES

**DESENVOLVIMENTO E MATURAÇÃO DE FRUTOS DE
PITAIA VERMELHA DE POLPA BRANCA**

**LAVRAS – MG
2017**

DENIETE SOARES MAGALHÃES

**DESENVOLVIMENTO E MATURAÇÃO DE FRUTOS DE PITAIA VERMELHA DE
POLPA BRANCA**

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.

Prof. Dr. José Darlan Ramos
Orientador

Prof^ª. Dr^ª. Leila Aparecida Salles Pio
Coorientadora

**LAVRAS - MG
2017**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Magalhães, Deniete Soares.

Desenvolvimento e maturação de frutos de pitaia vermelha da
polpa branca / Deniete Soares Magalhães. - 2017.

53 p. ;il.

Orientador: José Darlan Ramos.

Coorientadora: Leila Aparecida Salles Pio.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2017.

Bibliografia.

1. Pitaia. 2. Pós-colheita. 3. Fenologia. I. Ramos, José Darlan.
II. Pio, Leila Aparecida Salles. III. Título.

DENIETE SOARES MAGALHÃES

**DESENVOLVIMENTO E MATURAÇÃO DE FRUTOS DE PITAIA VERMELHA DE
POLPA BRANCA**

**TÍTULO DEVELOPMENT AND RIPENING OF RED PITAYA FRUITS OF WHITE
PULP**

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 14 de julho de 2017.

Dra. Leila Aparecida Salles Pio	UFLA
Dr. José Carlos Moraes Rufini	UFSJ
Dr. Adriano Bortolotti da Silva	UNIFENAS
Dr. Paulo Márcio Norberto	EPAMIG

Prof. Dr. José Darlan Ramos
Orientador

Prof^a. Dr^a. Leila Aparecida Salles Pio
Coorientadora

**LAVRAS-MG
2017**

*“Quanto mais aumenta nosso conhecimento,
mais evidente fica nossa ignorância”.*

(John F. Kennedy)

*Ao meu precioso filho, Nicolas.
Aos meus amados pais, Joaquim e Maria.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela constante presença e pelo dom mais precioso já recebido: a vida!

Aos meus queridos pais, Joaquim e Maria, pela perseverança e amor incondicional.

Ao meu filho, Nicolas Emanuel, luz da minha vida!

À minha irmã, Denise, e ao meu irmão, Dener, pelo apoio e incentivo.

À minha avó Luzia, tios e tias, pela torcida fiel.

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de realização do curso.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Dr. José Darlan Ramos, pela orientação e os generosos conselhos.

À Leila Aparecida Salles Pio, pelo voto de confiança e amizade.

A todos os professores do departamento de Ciências Agrárias, pelos valiosos ensinamentos durante o curso.

Aos professores do Departamento de Ciência dos Alimentos, Luiz Carlos, Eduardo Valério, Olga Mondragón, José Guilherme e Vanessa Rios, por terem me recebido de portas abertas.

Aos colegas do Programa de Fitotecnia e Ciência dos Alimentos, e funcionários do Setor de Fruticultura, pelo auxílio na execução dos experimentos e pela agradável convivência.

Aos membros da banca, pela disponibilidade e sugestões.

A todos que de alguma forma contribuíram para que essa jornada fosse cumprida.

MUITO OBRIGADA!

RESUMO

No Brasil, o cultivo da pitaiia tem se expandido, e esse fato, deve-se principalmente ao seu grande potencial para comercialização e processamento. Apesar da expansão, a falta de informações acerca da maturação e qualidade dos frutos é uma das principais barreiras da cultura. Com isso, o objetivo dessa pesquisa foi estudar as alterações que ocorrem durante o crescimento e maturação, além de indicar o ponto de colheita dos frutos de pitaiia vermelha de polpa branca. No primeiro experimento, buscou-se acompanhar o desenvolvimento completo dos frutos, desde os primeiros dias após a antese até frutos em processo de senescência. No segundo experimento, buscou-se detalhar os processos envolvidos nas fases de maturação dos frutos, para determinar os índices de maturidade destes, e indicar a época ideal de colheita. Assim, no primeiro experimento, foram realizadas análises de caracterização física, físico-química e minerais dos frutos, nos diferentes estádios de desenvolvimento (7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a antese), enquanto no segundo experimento, foram realizadas análises de caracterização física, físico-química e de correlações, nos intervalos de 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40 e 42 dias após a antese, englobando todas as fases de maturação dos frutos. Analisando-se os dois experimentos, pode-se notar que características importantes são observadas ao longo do crescimento e maturação dos frutos. De modo geral, observam-se incrementos em rendimento, massa, sólidos solúveis, e decréscimos em espessura da casca, firmeza e umidade. São encontrados teores significativos e importantes para a dieta humana, com destaque para o nitrogênio, potássio, cálcio, manganês, ferro e zinco. A coloração da casca muda de tons verde-amarelo em frutos imaturos para vermelho intenso ao amadurecerem. As colorações da casca bem como a aparência visual dos frutos, podem ser utilizadas com sucesso na determinação dos índices de maturidade dos frutos e determinação da época de colheita destes. O ponto ideal de colheita, levando-se em conta as características organolépticas e aspectos visuais é em torno dos 34-38 dias, quando alcança sua maturidade fisiológica. A partir dos 40 dias os frutos tornam-se menos atrativos visualmente, devido ao murchamento das escamas e perda da coloração rosa intensa da casca, embora até os 42 dias se encontrem com qualidade interna suficiente para serem consumidos, podendo ser utilizados para processamento.

Palavras-chave: Fruta-do-dragão, Pós-colheita, Fenologia.

ABSTRACT

In Brazil, pitaya fruit cultivation has expanded, this is mainly due to its great commercialization and processing potential. Despite the expansion, the lack of information about fruits maturation and quality is one of the main barriers for its culture. Therefore, the objective of this research was to study the changes that occur during growth and ripening of pitaya fruits of white pulp, besides indicating their harvest point. In the first experiment, the complete development of fruits from the first days after the anthesis to fruits in senescence process was followed. In the second experiment, processes involved in fruits ripening stages were detailed to determine fruit maturity indices and indicate the ideal time to harvest them. Thus, in the first experiment analyses of physical, physical-chemical, and mineral characterization of fruits were carried out at different development stages (7, 14, 21, 28, 35 and 42 days after anthesis). While in the second experiment, physical, physical-chemical and correlation analyses were performed, at intervals of 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40 and 42 days after anthesis, including all stages of fruit ripening. After analyzing the two experiments, it can be noticed that important characteristics are observed throughout fruits growth and ripening. In general, increases in yield, mass, soluble solids, and decreases in peel thickness, firmness and moisture are observed. Significant and important levels are found for human diet, with emphasis on nitrogen, potassium, calcium, manganese, iron and zinc. The color of peel changes from yellow-green in unripe fruits to intense red as they mature. Peel coloration as well as the visual appearance of the fruit can be used successfully in determining maturity indices of fruits and determining fruits harvesting time. The ideal harvest point, taking into account the organoleptic characteristics and visual aspects is around 34-38 days, when it reaches its physiological maturity. From the 40 days, fruits become less attractive visually, due to scales wilting and loss of the intense pink coloration of their peel, although until the 42 days they have enough internal quality to be consumed, and they can be used for processing.

Key words: Dragon Fruit, Post harvest, phenology.

SUMÁRIO

	PRIMEIRA PARTE	
1	INTRODUÇÃO	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	Origem, distribuição e importância econômica da pitiaia	12
2.2	Características morfofisiológicas e aspectos sobre o cultivo.....	14
3	CONSIDERAÇÕES	16
	REFERÊNCIAS.....	17
	SEGUNDA PARTE – ARTIGOS.....	20
	ARTIGO 1 Caracterização do desenvolvimento de frutos de pitiaia vermelha de polpa branca (<i>hylocereus undatus</i> (haw.) Britton e Rose)	23
	3	
1	INTRODUÇÃO	24
2	MATERIAL E MÉTODOS	24
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
4	CONCLUSÕES.....	35
	REFERÊNCIAS.....	36
	ARTIGO 2 Amadurecimento de frutos de pitiaia vermelha de polpa branca (<i>hylocereus undatus</i> (haw.) Britton e Rose)	38
1	INTRODUÇÃO	39
2	MATERIAL E MÉTODOS:.....	40
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4	CONCLUSÕES.....	51
	REFERÊNCIAS.....	52

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

Ainda pouco cultivada no Brasil, a pitaveira é uma frutífera exótica, considerada rústica e com aparência bastante atrativa, tendo despertado o interesse dos produtores e consumidores. A fruta tem alto potencial comercial, pois apresenta sabor agradável e diferenciado, além de importantes propriedades nutricionais, estando em um grupo potencial de novas frutíferas a serem cultivadas. Aliado a essas características, a planta apresenta boa adaptabilidade a diferentes tipos de clima e solo, o que tem favorecido sua expansão.

Seu fruto é fonte de vitaminas, fibras e antioxidantes, auxilia no processo digestivo, na prevenção do câncer de colón e diabetes, ajuda a neutralizar substâncias tóxicas como metais pesados, reduz os níveis de colesterol e a hipertensão, além de uma série de outros benefícios ligados especialmente à ação benéfica dos antioxidantes presentes na fruta, que contribuem para a melhoria da saúde e bem-estar. Sua polpa é firme e repleta de sementes com ação laxante, o que pode ser potencialmente interessante para a indústria farmacológica (DAM, 2009; KIM et al., 2011).

Existe uma diversidade de espécies, entre as quais se destaca a *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton e Rose, que apresenta coloração de casca avermelhada e polpa branca, estando entre as mais cultivadas e comercializadas no mundo (ORTIZ-HARNANDEZ; CARRILLO-SALAZAR, 2012).

Com o crescente interesse por esta frutífera, é importante que novos estudos sejam feitos com o objetivo de disponibilizar informações a respeito do seu comportamento em regiões com potencial de cultivo no país.

O conhecimento sobre a fenologia de uma espécie é crucial na busca de tecnologias para o sistema de produção, sendo uma importante ferramenta para auxiliar na determinação e execução de diversas práticas agrônômicas, como tratamentos culturais e fitossanitários, gerenciamento de nutrientes e planejamento da colheita. A maturação de frutos é um dos eventos menos descritos em modelos de fenologia vegetal, embora seja de extrema importância, especialmente na determinação dos índices de maturidade e época ideal de colheita.

Nesse contexto, com o objetivo de contribuir com informações sobre o desenvolvimento de frutos de pitaveira, foram realizados dois experimentos: no primeiro, buscou-se contemplar todas as fases de desenvolvimento dos frutos, sendo estes, avaliados a cada sete dias, desde os estágios iniciais após a antese, até a completa maturação. Já no

segundo experimento, buscou-se aprofundar especificamente na fase de maturação dos frutos, sendo as avaliações realizadas em intervalos de dois em dois dias, englobando frutos em estágio antecedente ao início da maturação, até estádios que evidenciam os primeiros sinais de senescência, e correlacionando as características visuais externas com a qualidade interna dos frutos, para determinar os índices de maturidade fisiológica e indicar o ponto ideal de colheita dos frutos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Origem, distribuição e importância econômica da pitiaia

A família cactácea é constituída por cerca de 125-130 gêneros e 1400-1500 espécies. Embora a maioria das espécies seja conhecida devido às suas qualidades ornamentais, cerca de 250 espécies se destacam como fonte de alimento, dentre elas, as pitaias (ANDERSON, 2001; HUNT, 2006; BÁRCENAS; YESSON; HAWKINS, 2011), que são encontradas em regiões com precipitações de 340-3500 mm/ano e em altitudes de até 1.850 m acima do nível do mar (CANTO, 1993).

As espécies mais cultivadas pertencem ao gênero *Hylocereus*, e são distinguidas principalmente com base na sua morfologia de frutos, cor da polpa, características das aréolas e número e forma dos espinhos, com destaque para a *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton e Rose (FIGURA 1), que possui casca avermelhada e polpa branca, estando entre as mais consumidas e comercializadas no mundo (ORTIZ-HARNANDEZ; CARRILLO-SALAZAR, 2012). As pitaias são originárias da América Tropical e Subtropical, sendo a maioria das espécies de *Hylocereus* originárias principalmente da América Latina, provavelmente a partir do México e da Colômbia, com as demais espécies originárias possivelmente, a partir das Índias Ocidentais. Estão distribuídas em todo o mundo, em regiões tropicais e subtropicais, como México, Colômbia, Israel, Austrália, Vietnã, EUA e Brasil (TEL-ZUR; ABBO; MIZRAHI et al., 2004; LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006).

O cultivo comercial da pitiaia teve início no Vietnã. Na década de 90, foi o primeiro país a vender a fruta para outras regiões do mundo. Atualmente, mais de 20 países cultivam e comercializam a fruta (MIZHARI et al., 2004). A maioria dos clones existentes hoje é oriunda dos clones vietnamitas, porém, melhorados, principalmente para a obtenção de mais frutos, e mais saborosos, uma vez que possuíam sabor muito brando.

Figura 1 – Detalhes do florescimento e frutificação da pitiaia.



Fonte: Da autora (2017)

A cultura traz um rápido retorno econômico, pois pode-se iniciar a produção logo no primeiro ano após o plantio (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006; ZEE; CHUNG-RUEY; NISHINA, 2004). A produtividade média da pitiaia é variável, de acordo com as condições edafoclimáticas, técnicas de cultivo e idade do pomar, podendo variar de 10 a 30 t.ha-1 (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006), mantendo a regularidade por 15 a 20 anos (HESSEN; TELLEZ, 1995).

Com a crescente demanda por frutos exóticos, mundialmente, o mercado da pitiaia tem sido favorecido. Graças a sua rusticidade tem sido vista como alternativa promissora para cultivo em regiões de solos menos propícios a outras culturas, como solos pedregosos, arenosos e maciços rochosos (ANDRADE; MARTINS; SILVA, 2008). O alto valor pago pelo quilo da fruta, também constitui um grande atrativo para o plantio dessa frutífera (JUNQUEIRA et al., 2002; SOUZA et al., 2006).

Atualmente, a região sudeste do Brasil é a principal produtora do país, onde a cultura da pitiaia se aclimatou muito bem, com produção de frutos nos meses de dezembro a maio, e produtividade média anual de 14 toneladas de frutos por hectare (BASTOS et al. 2006). Existem diversos plantios distribuídos no Brasil e há fortes evidências de que a região central do Brasil seja o maior centro de dispersão das pitaias (JUNQUEIRA et al., 2010).

Os frutos são fontes de vitaminas, fósforo e oligossárideos que auxiliam o processo digestivo e previne o câncer de cólon e diabetes. Ajudam também, a neutralizar substâncias tóxicas (metais pesados), reduzem os níveis de colesterol e a hipertensão. O fruto ainda

apresenta a captina, que é considerado um tônico cardíaco. Apresenta baixo valor calórico e é rico em fibras, sendo uma excelente opção para dietas alimentares. (DAM, 2009; MARQUES, 2010), podendo consumir a polpa do fruto ao natural ou processado como refresco, vitaminas, geleias, doces e outros produtos. As sementes se encontram dispersas na polpa do fruto, possuem efeito laxante, o que é eficaz no controle da gastrite e infecções nos rins (DAM, 2009). As flores podem ser ingeridas ou usadas para fazer chá para combater problemas renais. As cascas são ricas em pectinas, betacianinas e fibras, podendo ser aproveitadas como fonte desses produtos (JAMILAH et al., 2011). Os cladódios, embora menos comuns, também podem ser utilizados na alimentação animal e humana.

Assim, a pitaia é uma fonte potencial de probióticos que pode ser utilizada como ingrediente em alimentos funcionais e produtos nutracêuticos para auxiliar na prevenção doenças relacionadas à nutrição e envelhecimento precoce, proporcionando a melhoria da saúde física/mental e o bem-estar dos consumidores (MERTEN, 2003; LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006).

2.2 Características morfofisiológicas e aspectos sobre o cultivo

As plantas de pitaia, a exemplo das demais cactáceas, apresentam alta capacidade adaptativa a novos ambientes, permitindo que as plantas sobrevivam sob condições climáticas adversas, tolerando estresses abióticos como a seca e temperaturas extremas. Dentre essas características morfofisiológicas que permitem essa habilidade característica, cita-se, as modificações no caule para armazenamento de água (suculenta), ausência de folhas, presença de camada cerosa no caule, abertura noturna de estômatos e a presença da via fotossintética CAM (metabolismo ácido das crassuláceas) (NIE et al., 2015).

É uma planta perene e que comumente cresce sobre árvores ou pedras; tem raízes fibrosas, abundantes e desenvolve numerosas raízes adventícias que ajudam na fixação e na obtenção de nutrientes. Pode sobreviver em ampla faixa de condições edafoclimáticas, sendo encontrada em climas muito quentes, com temperaturas de até (38-40) °C, e em regiões de clima subtropical, com temperatura de até 12 °C.

O fruto é globoso ou subgloboso, pesa em média entre 150-600 gramas, medindo de 10 a 20 cm de diâmetro, podendo ser de coloração amarela ou vermelha, coberto com brácteas (escamas). A polpa dos frutos é formada a partir do desenvolvimento do ovário e a casca a partir do receptáculo que circunda o ovário (MIZRAHI; NERD, 1999). As sementes medem aproximadamente 3 mm de diâmetro e são muito numerosas, de coloração escura e se

encontram distribuídas em toda a polpa (CANTO, 1993). Os cladódios são triangulares, suculentos, e apresentam espinhos com 2 a 4 mm de largura.

As flores são hermafroditas, grandes (aproximadamente 30 cm de diâmetro), aromáticas, brancas (BARBEAU, 1990), noturnas e abrem uma única vez. Os botões florais são formados pouco antes da antese apresentando um rápido desenvolvimento e picos de florada no verão. A antera nos clones de *Hylocereus sp.* situa-se pelo menos 2 cm abaixo do estigma, provavelmente por essa razão, as plantas de *Hylocereus undatus* não serem autógamias (MERTEN, 2003; DONADIO, 2009), necessitando que ocorra a polinização cruzada, de preferência com outras espécies.

Embora sejam rústicas, o sucesso do seu cultivo depende muito das condições climáticas e manejo adequado do produtor. São plantas que respondem bem a adubação, disponibilidade de água e outros tratamentos culturais. A exemplo, a poda de brotações laterais é uma operação altamente desejável. Segundo Gunasena et al. (2007) as plantas requerem a poda dos rebentos laterais após a colheita para promover as gemas vegetais e maior desenvolvimento dos cladódios, o que refletirá significativamente na próxima safra da cultura.

A propagação da cultura pode ocorrer de forma sexuada ou assexuada. No entanto, a maneira mais viável é a assexuada, pela técnica da estaquia, devido à planta gerada manter as mesmas características da planta mãe (clone), bem como a precocidade na produção dos frutos e uniformidade dos pomares (ANDRADE; MARTINS; SILVA, 2007). A propagação sexuada ou seminífera também é viável, pois os frutos possuem uma grande quantidade de sementes, em média 1000 sementes, com alta taxa de germinação. Porém, esse tipo de propagação ocasiona lento desenvolvimento das plantas, além da ocorrência de elevada variabilidade genética, prejudicial em pomares comerciais (SILVA; MARTINS; ANDRADE, 2006; MENEZES, 2013).

É uma espécie dependente de fotoperíodo, caracterizando-se como de dias longos. Dessa forma, para a produção regular de frutos durante o ano, é importante o conhecimento das relações entre florescimento e condições ambientais (RAVEH; NERD; MIZRAHI, 1998). Nas condições ambientais de Lavras-MG, o florescimento da pitáia ocorre de novembro a março, sendo registrados de 3 a 5 picos de florada (MARQUES et al, 2011).

O momento de colheita dos frutos é um dos fatores que exercem maior influência sobre a qualidade dos frutos para consumo e tempo de vida útil, e conservação após a colheita. A determinação da época ideal de colheita requer, portanto, um conhecimento claro sobre a evolução das principais características que determinam o sabor e a preservação do fruto durante e após a colheita. Frutas que foram colhidas prematuramente ou em estádios

avançados de maturação apresentam qualidade inferior, menor aceitação sensorial e visual e são propensas a problemas como desorganização celular, má textura e umidade excessiva. Embora seja uma fruta não climátrica, é possível realizar pequenas variações entre os dias de colheita. Assim, identificar o momento ideal de colheita é um pré-requisito para garantir uma melhor qualidade organoléptica na colheita e estender seu tempo de prateleira após a colheita (ENCISO et al., 2011; ORTIZ; TAKAHASHI, 2015; WILBERT et al., 2013).

Quanto à pós-colheita, a pitaia é um fruto que, em condições de ambiente, deteriora-se com relativa facilidade. Em condições naturais possui uma vida útil de aproximadamente 6 a 8 dias. O período e a temperatura de armazenamento, influenciam os processos fisiológicos do fruto, incrementando a vida útil, especialmente sob temperatura de 8° C, na qual resultou melhor qualidade de frutos (MIZRAHI; NERD, 1999; MAGAÑA et al., 2006).

3 CONSIDERAÇÕES

O conhecimento das diferentes etapas da fenologia reprodutiva de uma espécie é crucial para auxiliar no manejo da cultura, como tratamentos culturais e fitossanitários mais adequados, determinação da época ideal de colheita, bem como o planejamento de diversas outras práticas relacionadas à cadeia produtiva da cultura. A maturação de frutos, no entanto, apesar da grande importância é um dos eventos menos descritos em modelos de fenologia vegetal.

A avaliação das mudanças qualitativas e quantitativas que ocorrem nos frutos durante estas etapas fisiológicas, fornecem informações importantes quanto à evolução das principais características que influenciam o comportamento e a qualidade dos frutos, que serão úteis no desenvolvimento de novas tecnologias de produção e práticas de gestão, para garantir maior rendimento e qualidade dos frutos. Assim, faz-se necessário uma compreensão precisa sobre todos os aspectos relacionados à evolução na qualidade dos frutos, ao longo do seu desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, E. F. **The Cactus Family**. Pentland Oregon: Timber Press, 2001.
- ANDRADE, R. A.; MARTINS, A. B. G.; SILVA, M. T. H. Development of seedlings of red pitaya (*Hylocereus undatus* Haw) in different substrate volumes. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, p. 697-700, 2008.
- ANDRADE, R. A.; MARTINS, A. B. G.; SILVA, M. T. H. Influência da fonte material e do tempo de cura na propagação vegetativa da pitaya vermelha (*Hylocereus undatus* Haw). **Revista Brasileira de Fruticultura**, p. 183-186, 2007.
- BARBEAU, G. La pitaia rouge, um nouveau fruit exotique. **Frutis**, Paris, v. 45, n.2, p. 141-174, 1990.
- BÁRCENAS, R. T.; YESSON, C.; HAWKINS, J. A. Molecular systematics of the Cactaceae. **Cladistics**, v. 27, p. 470-489, 2011.
- BASTOS, D. C.; PIO, R.; SCARPARE FILHO, J. A.; LIBARDI, M. N.; ALMEIDA, L. F. P.; GALUCHI, T. P. D.; BAKKER, S. T. Propagação de pitaya vermelha por estaquia. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 6, p. 1106-1109, 2006.
- CANTO, R. A. **El cultivo de la pitahaya en Yucatán**. UACH y Gobierno del estado de Yucatán, 1993.
- DAM. Department of Agriculture-Malaysia. **A Research and Development Center for pitaya** (Dragon Fruit). Department of Agriculture. Malásia, 2009. Disponível em: <[http://www.DAM - DEPARTMENT OF AGRICULTURE- MALAYSIA/Default.htm](http://www.DAM-DEPARTMENT OF AGRICULTURE-MALAYSIA/Default.htm)> Acesso em: 15 jan. 2017.
- DONADIO, L. C. Pitaya. **Revista Brasileira de fruticultura**, v. 31, n. 3, 2009.
- ENCISO, O. T.; ZAZUETA, M. E. I.; RANGEL, M. D. M.; TORRES, J. B. V.; ROMERO, M. V.; VERDUGO, S. H. Calidad postcosecha de frutos de pitahaya (*hylocereus undatus haw.*) cosechados en tres estados de madurez. tomás **Revista fitotecnia mexicana**, v. 34, n. 1, p. 63-72, 2011.
- 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, P. (Eds.). **Underutilized Fruit Trees in Sri Lanka**. World Agro-forestry Centre, South Asia Office, New Delhi, India, 2007. p. 110-142.
- HESSEN, A.J.; TELLEZ, A. La pitahaia se abre passo. **Cultivo exótico com potencial para exportación para las regiones tropicales de la America Latina**. Agricultura de las Américas. p. 6-10, 1995.
- HUNT, D. R. **The new cactus lexicon**. Milborne: dh Books, Port, 2006. v. 1-2.

- JAMILAH, B.; SHU, C. E.; KHARIDAH, M.; DZULKFLY, M. A.; NORANIZAN, A. Physico-chemical characteristics of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) peel. **International Food Research Journal**, v. 18, n. 1, p. 279-286, 2011.
- JUNQUEIRA, K. P.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BELLON, G.; FONSECA, K. G.; LIMA, C. A.; SANO, S. M. Diversidade genética de pitayas nativas do cerrado com base em marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p. 819-824, 2010.
- JUNQUEIRA, K. P.; JUNQUEIRA, N. T. V.; RAMOS, J. D.; SALVIANO, A.; PEREIRA, A.V. Informações preliminares sobre uma pitaiia (*Selenicereus setaceus* Rizz) nativa do cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRA DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. Os novos desafios da fruticultura brasileira. **Anais....** Belém, 2002.
- LE BELLEC, VAILLANT, F; IMBERT, E. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new crop, a market with a future. **Fruits**, v. 61, n. 4, p. 237-250, 2006.
- KIM, H.; CHOI, H.K.; MOON, J.Y, KIM Y.S, MOSADDIK, A.; CHO, S.K. Comparative antioxidant and antiproliferative activities of red and white pitaiias and their correlation with flavonoid and polyphenol content. **J Food Sci.**, v. 7, n. 1, p. 38-45, jan./feb, 2011.
- MAGAÑA, B.W.; BALBÍN, M.A.; CORRALES, J.G.; RODRÍGUEZ, A.C.; SAUCEDO, C.V. Principales características de calidad de las pitahayas (*Hylocereus undatus haworth*), frigoconservadas en atmósferas controladas. **Revista Ciências Técnicas Agropecuárias**, Havana, v.15, n. 2, p. 52-56. 2006.
- MARQUES, V. B. **Germinação, fenologia e estimativa de custo de produção de pitaiia (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose)**. 2010. 141 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2010.
- MARQUES, V. A.; MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; ARAUJA, N. A.; CRUZ, M. C. M. Tamanho de cladódios na produção de mudas de pitaiia vermelha. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 4, p. 50-54, 2011.
- MENEZES, T. P. **Polinização e maturação de pitaiia vermelha [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose]**. 2013. 102 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2013.
- MERTEN, S. A review of *Hylocereus* production in the United States. **Journal of the Professional Association for Cactus Development**. v. 5, p. 98-105, 2003.
- MIZRAHI, Y; NERD, A. Climbing and columnar cacti-new arid lands fruit crops. In: JANICK, J. (Ed.). **Perspective in new crops and new crops uses**. Alexandria: ASHS, 1999. p. 358-366.
- MIZRAHI, Y.; MOUYAL, J.; NERD, A.; SITRIT, Y. Metaxenia in the vine cacti *Hylocereus polyrhizus* and *Selenicereus* spp. **Annals of Botany**, Oxford, v. 93, p. 469-472, 2004.
- NIE, Q.; GAO, G. L; FAN, Q. J; QIAO, G; WEN, X. P; LIU, T; PENG, Z. J; CAI, Y. Q. Isolation and characterization of a catalase gene HuCAT3 from pitaya (*Hylocereus undatus*) and its expression under abiotic stress. **Gene**, p. 563, 63-67, 2015.

ORTIZ, T. A.; TAKAHASHI, L. S. A. Physical and chemical characteristics of pitaya fruits at physiological maturity. **Genetics and Molecular Research**, v.14, n. 4, p. 14422-14439, 2015.

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

RAVEH, E.; NERD, A.; MIZRAHI, Y. Responses of two hemi epiphytic fruit crop cacti to different degrees of shade, **Sci. Hortic.** v. 73, p. 151-164, 1998.

SILVA, M. T. H.; MARTINS, A. B. G.; ANDRADE, R. A. Enraizamento de estacas de pitaya vermelha em diferentes substratos. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 1, p. 61-64, 2006.

SOUZA, L. S. JUNQUEIRA, K. P.; NASCIMENTO, A. H. C.; GERMENDORFF, A. L.; JUNQUEIRA, N. T. V.; FALEIRO, F. G.; SANTOS, E. C.; BELLON, G.; JUNQUEIRA, L. **P. Características físico-químicas de frutos de pitaya CPAC-PY-01 cultivada no cerrado.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006.

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.

WILBERTH, M. B.; ENRIQUE, S. D.; JOEL, G.; VELOZ, S. CRESCENCIANO, S. V.; BAEZ, S. R.; SAURI, D. E. variaciones bioquímicas-fisiológicas y físicas de las frutas de pitahaya (*hylocereusundatus*) almacenadas en ambiente natural. México. **Revista iberoamericana de tecnología postcosecha**, v. 14, n. 1, p. 21-30, 2013.

ZEE, F.; CHUNG-RUEY, Y; NISHINA, M. **Pitaya (dragon fruit, strawberry pear).** Manoa: University of Hawaii, 2004

SEGUNDA PARTE – ARTIGOS

ARTIGO 1 Caracterização do desenvolvimento de frutos de pitaiia vermelha de polpa branca (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton e Rose)

RESUMO

A pitaiia apresenta grande potencial para comercialização e processamento. Porém, a falta de conhecimento sobre seu cultivo ainda é uma barreira que impede sua difusão no país. Objetivou-se estudar as alterações que ocorrem durante o crescimento e maturação dos frutos de pitaiia vermelha de polpa branca. Foram realizadas análises visuais e de caracterização física, físico-química e química em diferentes estádios de desenvolvimento (7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a antese). As análises foram: massa do fruto, polpa e casca, rendimento, diâmetro longitudinal e transversal, índice de formato, espessura da casca, firmeza da polpa, sólidos solúveis, pH, acidez, r  tio, coloração da casca e teor de minerais na polpa dos frutos. De modo geral, observa-se incrementos no comprimento, massa do fruto e polpa, rendimento e sólidos solúveis e redução na espessura da casca, firmeza e pH da polpa. A coloração da casca muda de tons verde-amarelo em frutos imaturos para vermelho intenso ao amadurecerem. Embora ocorra redução de minerais com o desenvolvimento do fruto, são encontrados teores significativos e importantes para a dieta humana, com destaque para nitrogênio, potássio, cálcio, manganês, ferro e zinco. São observadas mudanças marcantes nas características dos frutos com o desenvolvimento. As máximas de massa do fruto, diâmetros e r  tio ocorrem aos 35 dias, enquanto que a massa da polpa, rendimento e sólidos solúveis ocorrem aos 42 dias após antese. O ponto ideal de colheita, levando-se em conta características organolépticas e aspectos visuais    em torno dos 35 dias, quando alcança maturidade fisiológica, porém, aos 42 dias, a polpa do fruto ainda se encontra com qualidade para consumo.

Palavras-chave: Fruta-do-dragão. Cactácea. Fisiologia. *Hylocereus undatus*.

ABSTRACT

Pitaya has great potential for marketing and processing. However, the lack of knowledge about its cultivation is still a barrier that prevents its diffusion in the country. The objective of this work was to study the changes that occur during the growth and ripening of red pitaya fruits of white pulp. Visual and physical, physicochemical and chemical fruit characterization analyzes were conducted at several development stages (7, 14, 21, 28, 35 and 42 days after anthesis). Fruit mass, pulp and peel, yield, longitudinal and transverse diameter, shape index, peel thickness, pulp firmness, soluble solids, pH, acidity, ratios, peel color and mineral content in fruits pulp were evaluated. In general terms, it is observed increases in length, fruit mass and pulp, yield and soluble solids and reductions in peel thickness, strength and pulp pH. Peel color changes from green-yellow tones in immature fruits to deep red, as they get ripe. Although mineral reduction occurs with fruit development, significant and important levels for the human diet are found, especially nitrogen, potassium, calcium, manganese, iron and zinc. Significant changes in fruit characteristics are observed throughout development. The maximum fruit mass, diameters and ratios occur at 35 days, while pulp mass, yield and soluble solids occur at 42 days after anthesis. The ideal harvest point, taking into account organoleptic characteristics and visual aspects, is around 35 days, when it reaches physiological maturity, but at 42 days the fruit pulp still has sufficient quality for consumption.

Keywords: Pitaya; Cactaceous; Physiology; *Hylocereus undatus*.

1 INTRODUÇÃO

A pitiaia, conhecida mundialmente como 'Fruta-do-Dragão', pertence à família *Cactaceae*, e é uma planta rústica que se adapta com facilidade em uma ampla faixa de condições edafoclimáticas, o que a torna promissora para cultivo. Aliada ao sabor agradável, aparência exótica e propriedades nutritivas e funcionais tem despertado o interesse de investidores e consumidores preocupados com a saúde e bem-estar (RODRIGUEZ CANTO, 2000; LE BELLEC et al., 2006; JUNQUEIRA et al., 2010). Seus frutos podem ser consumidos *in natura* ou na forma de vinho, suco, geleia, iogurte, doce, conserva e outras sobremesas (SHETTY; RANA; PREETHAM, 2012).

É uma fruta pouco conhecida no Brasil, e embora já tenha demonstrado um grande potencial para exploração comercial, restam muitas dúvidas em relação ao seu cultivo, fato devido especialmente a escassez de estudos e às suas características peculiares em relação às demais frutíferas cultivadas no país. Segundo Rodrigues (2010), a falta de informações sobre a cultura contribui ainda para aumento nos índices de perdas pós-colheita. Manejos inadequados aceleram os processos de senescência afetando sensivelmente a qualidade e limitando o período de comercialização.

O conhecimento sobre as alterações que ocorrem nos frutos durante seu desenvolvimento é fundamental, não só para a realização da colheita na época adequada, mas também para o desenvolvimento e adoção de tecnologias que propiciem a maximização da produção, como práticas de manejo, adubação, processamento e outras, que contribuam para manutenção da qualidade e aumento da vida útil do produto. De acordo com Coombe (1976), a avaliação do padrão de desenvolvimento de um fruto a partir do florescimento, auxilia no estabelecimento de índices de maturidade, que compreendem as mudanças físicas e químicas perceptíveis sofridas ao longo do desenvolvimento, e devem assegurar a obtenção de frutas de boa qualidade, na qualidade na época da colheita e no período de conservação (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Assim, objetivou-se com este trabalho, acompanhar e caracterizar as principais alterações que ocorrem nos frutos de pitiaia, durante seu desenvolvimento.

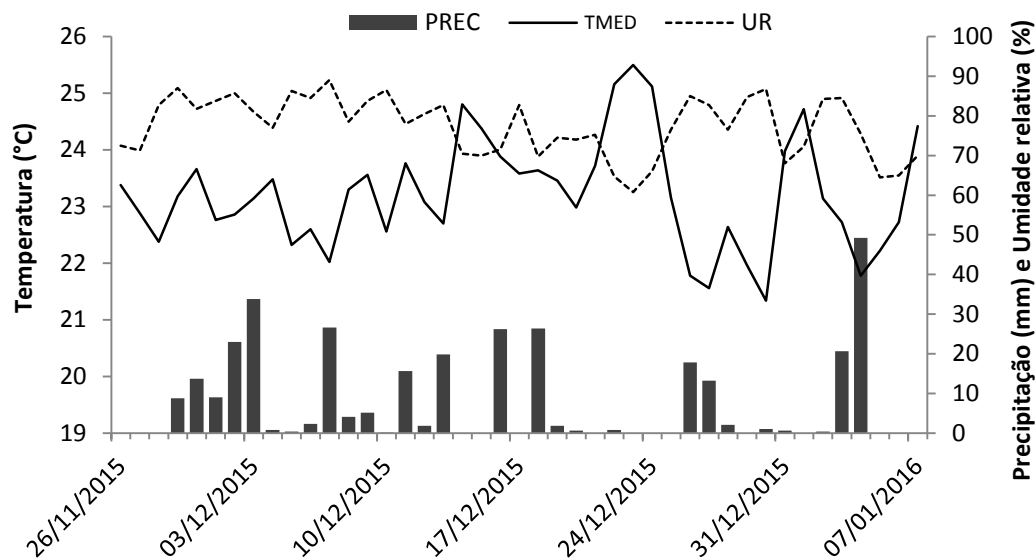
2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campo experimental do Setor de Fruticultura do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras-MG, nos meses de março e

abril de 2016. O clima da região é do tipo Cwa, segundo a classificação de Köppen. Os dados ambientais do período experimental estão demonstrados na Figura 1.

O pomar utilizado para a execução do experimento possui 180 plantas de pitaia vermelha de polpa branca (*Hylocereus undatus*), conduzidas perpendicularmente em mourões de madeira de 1,80m em sistema de guarda-chuva, com espaçamento de 3 x 3m.

Figura 1 - Dados climáticos do período de execução do experimento. Pitaia vermelha de polpa branca. Estação climatológica do Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG.



No dia de abertura das flores, cerca de 200, visualmente homogêneas, foram marcadas na parte mediana da planta. A partir de então, o desenvolvimento dos frutos foram acompanhados para a execução do experimento. Foram utilizados oito frutos oriundos das flores marcadas, coletados aleatoriamente na área aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a antese, e avaliados quanto às suas características qualitativas, físicas, físico-químicas e químicas.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, representado pelas seis épocas de coleta. Cada coleta foi composta por oito repetições, sendo cada repetição representada pela média de dois frutos de pitaia.

As análises dos frutos foram realizadas no Laboratório de Pós-colheita do Departamento de Ciência dos Alimentos da própria Universidade, onde foram avaliados quanto a: Massas do fruto, da casca e da polpa, separados manualmente e pesados em balança digital, com valores expressos em gramas; Rendimento de polpa, em porcentagem, calculados com os resultados obtidos de massa do fruto e da polpa, pela fórmula: $\text{massa da polpa} \times 100 /$

Massa do fruto inteiro; Diâmetros longitudinal e transversal do fruto, medidos com auxílio de paquímetro digital e expressos em cm, e relação DL/DT; Espessura da casca em mm, medidos com paquímetro digital, sendo a média de duas medidas em lados opostos; Firmeza da polpa, determinada com auxílio de um penetômetro semi-manual marca TR modelo FT 327, com ponteira de 8 mm, na região equatorial dos frutos, com os resultados expressos em Newton (N).

As leituras pH foram obtidas em um Peagâmetro digital, onde cada amostra foi triturada e homogeneizada na proporção de 1:4 (10g de polpa e 40ml de água destilada) em politron e o filtrado utilizado para a análise. Os sólidos solúveis foram obtidos com uso de refratômetro digital, sendo os resultados expressos em graus brix. A determinação da acidez titulável foi realizada por titulação com NaOH 0,1 N, utilizando-se como indicador, a fenolftaleína 1%. Foram utilizadas 10 mL do homogenato filtrado para a titulação, após a trituração da polpa do fruto em politron na proporção de 1:5 (10 g de polpa e 50 ml de água destilada). Os valores foram expressos em porcentagem de ácido málico. Relação SS/AT, obtido pelo quociente sólidos solúveis totais/acidez total titulável (AOAC, 2007).

A coloração da casca dos frutos foi determinada com o auxílio do colorímetro Minolta, modelo CR-400, com iluminante D65 e no sistema CIELAB, obtendo-se os valores de L* (luminosidade), *a, b*, Cromo e Hue.

Os teores de nutrientes nos frutos de pitáia foram obtidos por meio do extrato nítrico-perclórico. Os teores de P foram determinados por colorimetria; Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn, por espectrofotometria de absorção atômica, e K por fotometria de chama. Os teores de N total foram determinados pelo método semimicro Kjeldahl. O B, após digestão por via seca, foi determinado por colorimetria (método da curcumina) (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

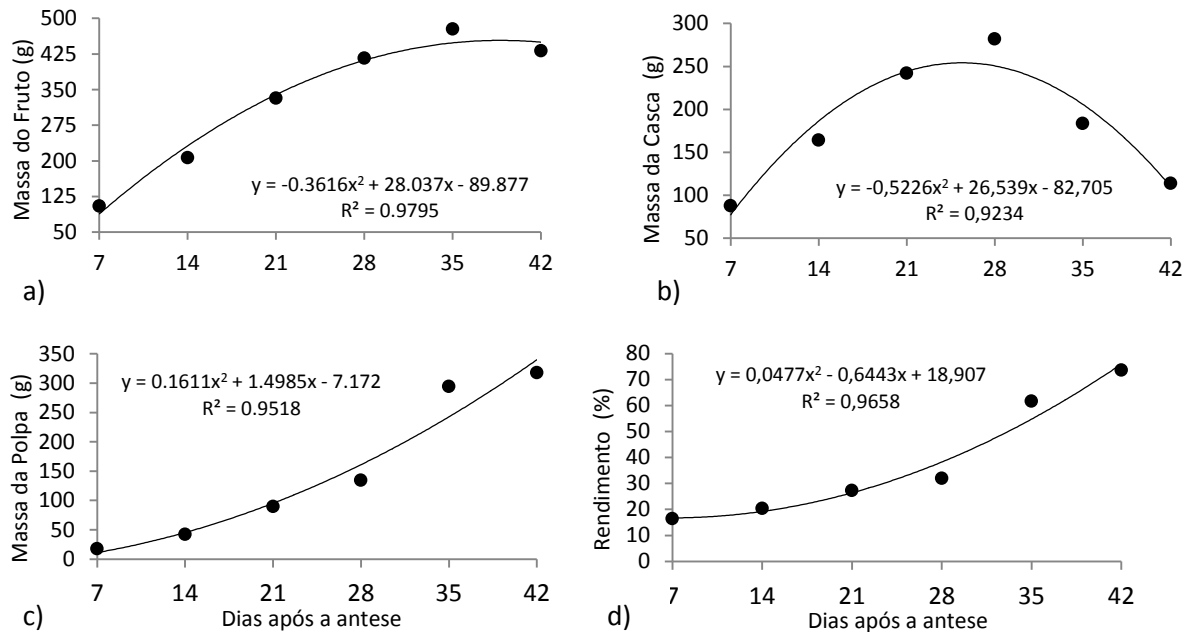
Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o programa Sisvar® (FERREIRA, 2011). As médias dos períodos de avaliação foram submetidas à avaliação polinomial, sendo os modelos selecionados conforme a significância do teste F e do coeficiente de determinação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A massa fresca dos frutos apresentou um comportamento quadrático ao longo do seu desenvolvimento (FIGURA 2a), atingindo crescimento máximo aos 35 dias (477,69g), com decréscimo aos 42 dias após a antese (431,74g). Rodrigues (2010), que obteve resultados

similares para pitaia nativa, destaca que o máximo valor de massa fresca do fruto foi encontrado quando este se tornou completamente vermelho, com a perda de massa ocorrendo logo em seguida.

Figura 2 - a) Massa do fruto (g); b) massa da casca (g); c) massa da polpa (g) e d) Rendimento (%) de pitaia vermelha da polpa branca ao longo do desenvolvimento do fruto.



A fase em que o fruto alcança o máximo de massa fresca pode ser indicativo da maturação fisiológica, já a perda de massa indica o início dos processos degradativos que ocorrem na fase de senescência, como a perda de água, que podem ser facilmente visualizados pela desidratação e murchamento das brácteas ou escamas (FIGURA 2b), indicando a perda de qualidade. Lima et al. (2014), avaliando seis genótipos de pitaia da mesma espécie, encontraram variações de massa fresca entre 343,5 a 752,5g em frutos maduros.

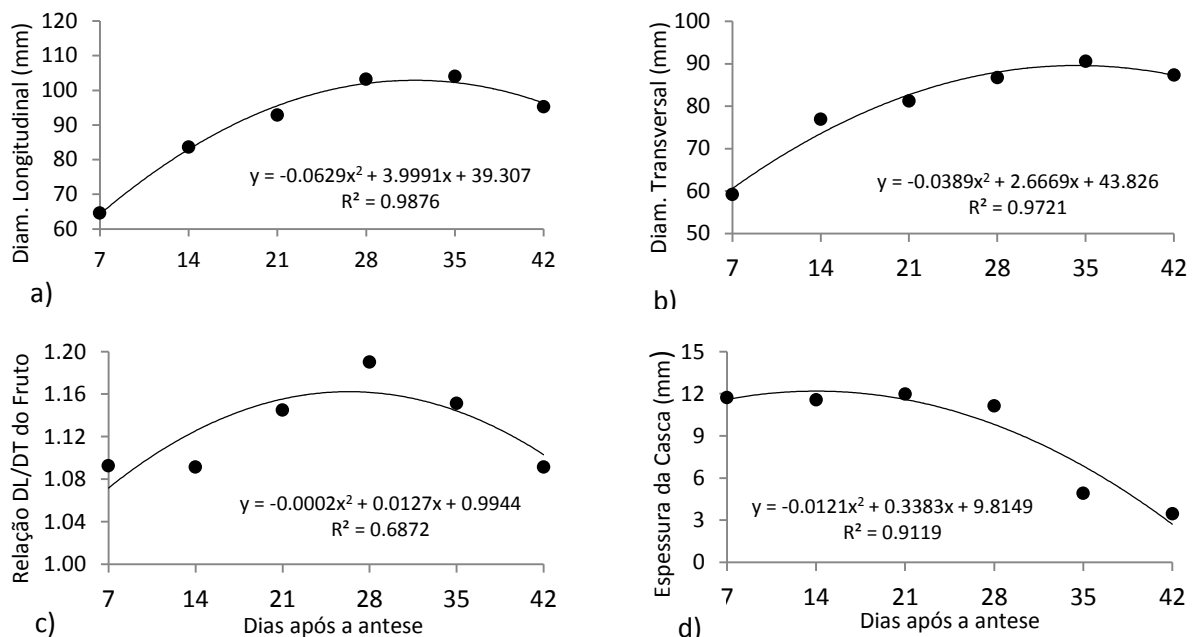
Incrementos nas massas frescas das cascas (FIGURA 2c) foram observados até os 28 dias da antese, ocorrendo subsequentes perdas. As massas frescas das polpas apresentaram crescimento com a maturação (FIGURA 2d). Resultados condizentes foram relatados por Ortiz e Takahashi (2015), em Londrina-PR, ao avaliarem o desenvolvimento de frutos de pitaia dos 22 aos 32 dias, obtendo valor máximo aos 26 dias da antese. Da mesma forma, Centurión et al. (2008), ao avaliarem frutos dos 5 aos 35 dias após a floração, obtiveram valores máximo aos 20 dias. Os autores também encontraram valores crescentes de massa da polpa durante o desenvolvimento do fruto. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), a massa,

principalmente da polpa, tem como fatores determinantes o número, o volume e a densidade das células, sendo essas últimas aumentadas devido ao acúmulo de água e solutos com o seu desenvolvimento.

O rendimento de polpa (FIGURA 2d), acompanhou o comportamento da massa dos frutos, atingindo seu pico aos 42 dias (73,63%). Ortiz e Takahashi (2015) encontraram valores máximos de rendimento de 66% aos 32 dias após a antese, enquanto Lima et al. (2014), verificaram variações de 65,20 a 78,20% ao avaliarem frutos de diferentes acessos. Segundo Cordeiro et al. (2015), a pitaia apresenta bastante polpa quando comparada a outras cactáceas, sendo um índice qualitativo interessante para a indústria de processamento.

As medidas de diâmetros longitudinais e transversais obtidas nos frutos de pitaia ao longo do seu desenvolvimento (FIGURAS 3a e 3b) foram condizentes com o ganho em massa dos frutos, aumentando com o amadurecimento dos frutos até os 35 dias, com um leve declínio posterior.

Figura 3 - a) Diâmetro longitudinal (mm); b) Diâmetro transversal (mm); c) Relação diâmetro longitudinal/diâmetro transversal; d) Espessura da casca (N) de frutos de pitaia vermelha da polpa branca ao longo do desenvolvimento.



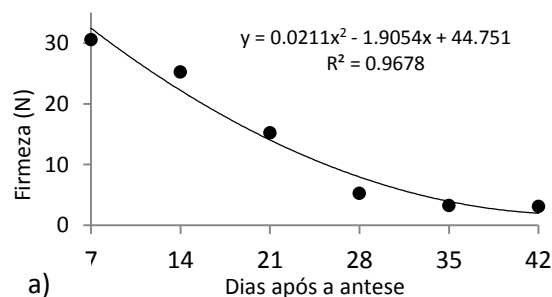
Os valores máximos de diâmetros longitudinais e transversais dos frutos foram verificados aos 35 dias da antese, correspondendo a 104,01 mm e 90,50 mm, respectivamente. Os diâmetros longitudinal e transversal são importantes para a caracterização dos frutos, entretanto, a relação DL/DT complementa esses dados, uma vez que indica o formato dos frutos. Quanto mais próximo de 1,0 mais tendem ao formato arredondado. A relação DL/DT

(FIGURA 3c) dos frutos avaliados variou de 1,09 a 1,19, indicando o formato subgloboso. O formato e tamanho dos frutos são importantes atributos para a comercialização, pois a variação entre as unidades individuais de um produto pode afetar a escolha desse produto pelo consumidor, uma vez que exerce influência direta com a atratividade visual.

Em relação à espessura da casca (FIGURA 3d), é possível observar uma redução à medida que o fruto se desenvolve, apresentando médias de 11,14 a 11,98 mm, enquanto as cascas apresentavam coloração verde (período de 7 a 28 dias), decrescendo para 4,92 e 3,44 mm, aos 35 e 42 dias, respectivamente, quando as cascas já se apresentavam com a coloração rosa. A casca dos frutos apresenta fator importante do ponto de vista pós-colheita, pois protege contra a perda d'água e danos mecânicos, químicos e biológicos. Assim, cascas mais finas podem resultar em frutos mais suscetíveis a danos. Por outro lado, cascas mais espessas tendem a reduzir o rendimento em polpa, por ser tratar de uma variável de proporção.

Em relação à característica de firmeza da polpa (FIGURA 4) houve um decréscimo abrupto - até os 28 dias, a partir do qual observa-se uma tendência a estabilização. Os valores variaram de 30,57 a 3,09 N.

Figura 4 - Firmeza média da polpa de frutos (N) de pitaita vermelha da polpa branca ao longo do desenvolvimento.



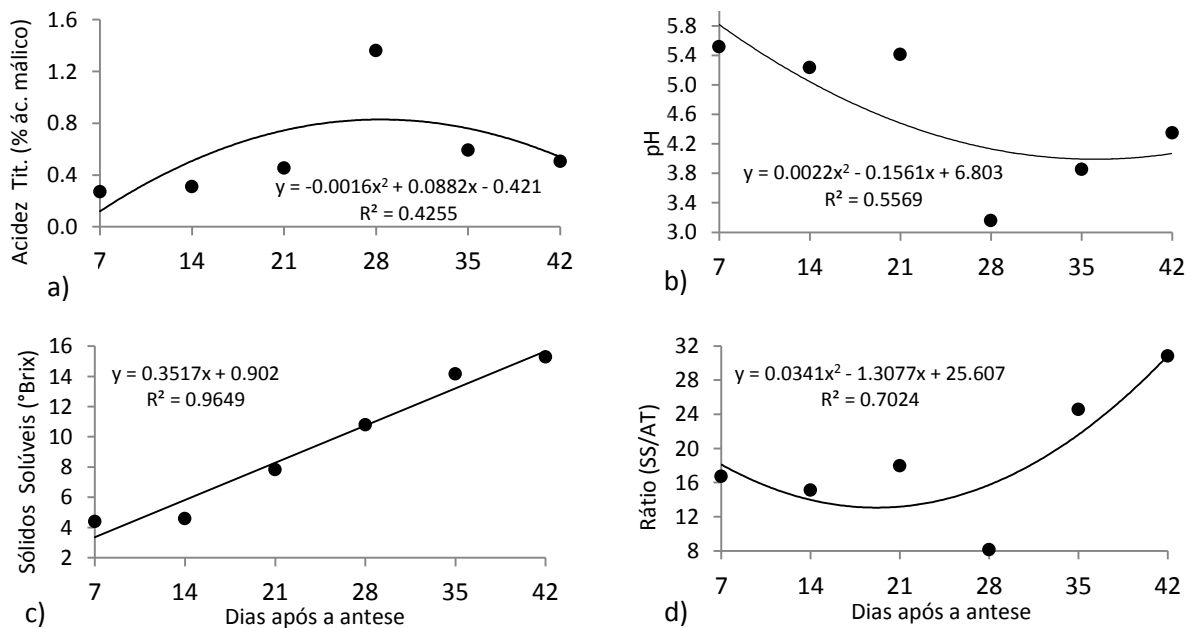
Esses resultados indicam um elevado amolecimento nos tecidos da polpa com o amadurecimento, o que é confirmado por Chitarra e Chitarra (2005), quando afirmam que esse amaciamento é um dos primeiros sinais, e uma das principais transformações em frutos carnosos, tendo influência acentuada na qualidade e período de conservação, e relação direta com os componentes químicos das paredes celulares. Ainda segundo esses autores, a solubilização das pectinas é o principal responsável pelo amaciamento dos tecidos. Além disso, a decomposição de outros componentes das paredes celulares (celuloses e hemiceluloses), bem como a hidrólise do amido e o grau de hidratação dos tecidos (turgor celular) auxiliam nesse processo.

Para a variável da acidez total titulável representada em porcentagem de ácido málico, se observa um comportamento quadrático, oscilando entre 0,27 a 1,36%, aumentando nas

fases iniciais do desenvolvimento, com uma elevação significativa aos 28 dias, fase que antecede a etapa de pigmentação da casca dos frutos (FIGURA 5a). A partir daí, ocorre queda nos teores de ácido málico na polpa dos frutos. Conforme Arévalo-Galarza e Ortíz Hernández (2004), o aumento da acidez antes da mudança de cor, mostra o início dos processos de maturação. Menezes et al. (2015) relataram uma tendência similar, sendo que a acidez apresentou um acentuado aumento na fase antecedente à mudança de cor, enquanto que para Ortiz e Takahash (2015), a acidez cresceu até o 27º dia, quando alcançou valores máximos de 1,4 % de ácido málico, seguido de uma queda até os 32 dias, chegando a valores mínimos de 0,27% de ácido málico. Em contrapartida, Centurión et al. (2008), observou redução crescente da acidez dos 21 aos 31 dias da floração, quando atingiu acidez de 0,4% de ácido málico. Os ácidos orgânicos normalmente tendem a diminuir com a maturação devido ao seu uso como substrato na respiração ou de sua conversão em açúcares (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os resultados de pH corroboram com os dados de acidez, representando comportamento contrário, porém, condizentes (FIGURA 5b). As variações foram na ordem de 3,16 a 5,52, com uma queda acentuada entre os dias 21 e 28, e aumento nos dias posteriores. A redução do pH com o amadurecimento ocorre devido ao acúmulo de ácidos orgânicos, e o seu aumento devido ao consumo desses ácidos orgânicos na respiração (SILVA et al., 2005).

Figura 5 - pH; b) Ácidez total titulável média (% de Ácido málico); c) Sólidos solúveis totais e d) Relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável em polpa de frutos de pitaia vermelha da polpa branca ao longo do desenvolvimento.



Em relação aos sólidos solúveis (FIGURA 5c), observa-se valores entre 4,40 e 7,84 °Brix entre os dias 7 e 21 após a antese, havendo uma elevação significativa aos 28 dias (10,80°Brix) com aumento gradativo nas avaliações subseqüentes, alcançando valores máximos de 13,24°Brix aos 42 dias. Ortiz e Takahashi (2015) obtiveram valores máximos de sólidos solúveis aos 31 dias (12,2°Brix) da antese. Já para Centurión et al. (2008), o máximo teor de sólidos solúveis foi revelado aos 27 dias (12,8°Brix) da floração, enquanto Menezes et al. (2015), aos 42 e 46 dias da antese, relatou valores de 19,58°Brix. Lima et al. (2014), estudando a qualidade de frutos maduros de 6 acessos de pitáia, encontraram valores de sólidos solúveis na parte mediana do fruto entre 11,2 e 14,9 °Brix, condizentes com os relatados neste trabalho. O teor de sólidos solúveis é uma medida indireta do teor de açúcares, uma vez que aumenta à medida que esses teores vão se acumulando na fruta, o que ocorre com o amadurecimento devido à degradação de polissacarídeos, sendo um bom indicador do grau de maturação e sabor dos frutos.

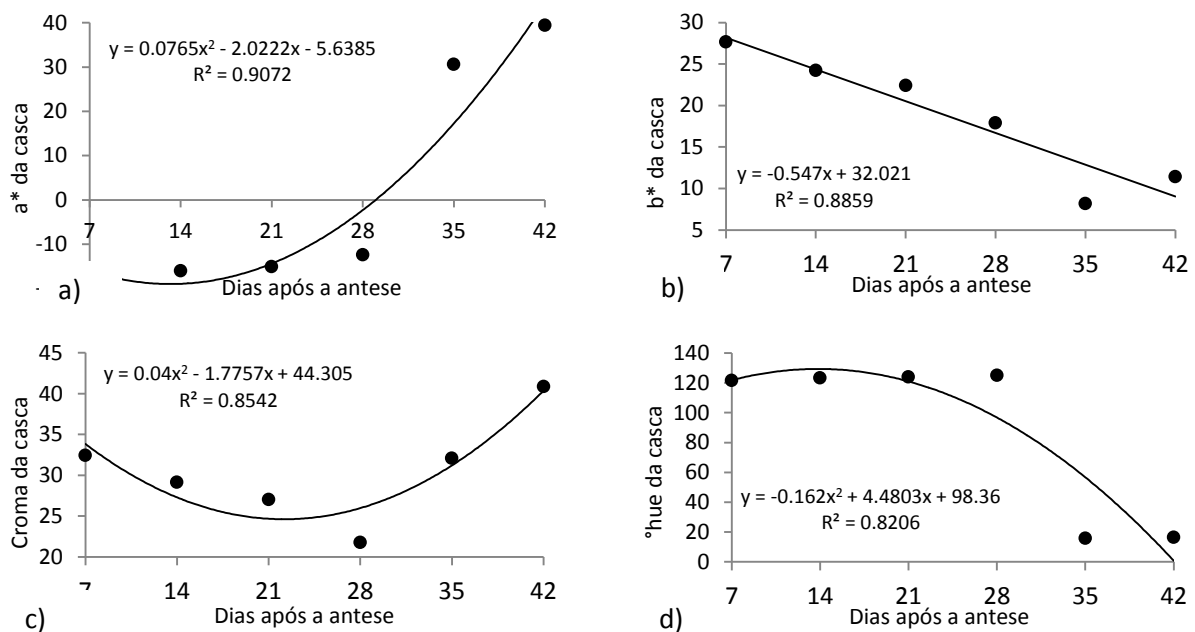
Os valores de Rácio (SS/AT) apresentaram um comportamento quadrático com o desenvolvimento dos frutos (FIGURA 5d). O valor máximo foi encontrado aos 42 dias (30,83), e o mínimo aos 28 dias da antese (8,18). Resultados condizentes foram reportados por Centurión et al. (2008), que encontrou relação SS/AT de 3,4 a 33,5 dos 20 aos 31 dias da floração. A acidez e os açúcares são os principais atributos responsáveis pelo sabor dos frutos, representando o equilíbrio entre o sabor doce e ácido. Assim, a relação sólidos solúveis/acidez titulável representa uma variável de percepção da intensidade do sabor, pelo paladar e olfato, sendo de extrema importância para a aceitação sensorial do produto, sendo que um elevado teor de açúcares, e baixo teor de ácidos, proporcionam sabor suave (GRIERSON; KADER 1986; CHITARRA; CHITARRA 2005).

A coloração, além de ser um requisito de qualidade de importância na aceitação do produto pelo consumidor, pode ser usada na determinação de índices de maturidade para indicar o ponto ideal de colheita dos frutos. No espaço CIELAB, as cores são representadas de forma tridimensional. A coordenada L* indica luminosidade, que varia desde zero (completamente preto) até 100 (completamente branco). A coordenada a* expressa o grau variação verde-vermelha e a coordenada b * expressa variação azul-amarelo. Já a Cromaticidade (C*) indica o grau de saturação da cor, enquanto a tonalidade é indicada pelo ângulo Hue.

Em relação à coloração da casca dos frutos de pitáia, o índice de luminosidade não apresentou diferenças estatisticamente ($p < 0,05$), com valores médios de 51,77. Centurión et al. (2008), também não encontraram diferenças ao avaliar frutos de pitáia em

desenvolvimento. Quanto à coordenada a^* seus valores se adequaram a uma curva quadrática com valores crescentes, e a partir dos 35 dias positivos (FIGURA 6a). Estes resultados indicam que a coloração vermelha prevaleceu a partir dos 35 dias, evidenciando a transformação dos frutos verdes em frutos maduros, coincidentes com o momento em que se observam as principais evoluções nas características de sabor, como pH, acidez, sólidos solúveis, r tio e firmeza, sendo um bom indicativo na determina o da maturação dos frutos.

Figura 6 - Coloração da casca dos frutos: a) a^* da casca dos frutos b) b^* da casca dos frutos c) Cromo da casca dos frutos e d) Hue em frutos de pitia vermelha da polpa branca durante seu desenvolvimento.



Para a coordenada b^* (FIGURA 6b), observou-se decréscimo linear com o desenvolvimento dos frutos, resultados condizentes com estudo realizado por Ortiz e Takahash (2015), que encontraram valores decrescentes variando de 30,6 a 7,6 dos 21 aos 32 dias de avaliação.   possível que este decréscimo esteja relacionado a degrada o de pigmentos da casca que ocorrem com o avançar da maturação, como clorofilas e carotenoides. O Cromo (FIGURA 6c) apresentou comportamento quadrático, com redu o até os 28 dias, e aumento posterior até os 42 dias. Estes resultados indicam uma redu o na satura o da cor verde, podendo ser um indicativo do processo de diferencia o das cores envolvidas no amadurecimento dos frutos de pitia, como degrada o e síntese de pigmentos da casca, e subindo posteriormente quando os frutos tornaram-se pigmentados, indicando a satura o com o acúmulo dos pigmentos avermelhados, como betalana na. O  ngulo Hue (FIGURA 6d) apresentou valores próximos a 130 até os 28 dias, quando os frutos apresentavam-se com

coloração completamente verde, indicando uma coloração verde, posteriormente, com o amadurecimento dos frutos, cai bruscamente para valores em torno de 20, indicando uma coloração rosa-avermelhada mais intensa. Esses resultados indicam a variação da tonalidade dos frutos de verde-amarelo quando imaturos, e posteriormente fortemente avermelhados. To et al. (2002) sugerem valores de hue abaixo de 30 para colheita dos frutos, assim, aos 35 dias estes já estão adequados para colheita.

Quanto à composição mineral na polpa dos frutos, foi detectada a presença de minerais em todos os estádios avaliados (TABELA 1). Houve redução nas concentrações com o desenvolvimento do fruto, à exceção do elemento enxofre, no qual foi detectado apenas na primeira avaliação aos 7 dias após antese. Em relação aos macronutrientes, os frutos apresentaram em sua composição maior concentração de N, K e Ca, com médias variando de 31,0-15,0; 26,7-12,5 e 7,2-4,4 g/Kg⁻¹, respectivamente dos 7 aos 42 dias. Cordeiro et al. (2015) avaliando frutos maduros de pitáia de polpa vermelha produzidos na região de Janaúba-MG, também encontraram maiores quantidades destes macronutrientes, com médias de 11,3; 12,6 e 8,0 g kg⁻¹ de N, K e Ca, respectivamente. Quanto aos micronutrientes, foram encontrados em maiores quantidades Mn, Zn e Fe. Estes resultados demonstram que a pitáia vermelha de polpa branca, apresenta teores significativos de minerais importantes na dieta humana.

Tabela 1 - Teores de macro e minitrientes em polpas de pitáia vermelha de polpa branca durante o desenvolvimento do fruto.

DIAS	g Kg ⁻¹						mg Kg ⁻¹				
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Mn	Zn	Fe
7	31,0	5,8	26,7	7,2	3,0	2,1	19,6	11,1	66,4	47,1	51,8
14	21,6	4,0	23,4	6,6	2,8	nd	8,8	4,6	68,1	30,2	42,9
21	19,7	2,9	22,8	5,5	2,9	nd	8,2	3,4	43,8	28,9	46,4
28	19,0	2,6	19,5	4,7	2,7	nd	9,0	3,3	24,1	23,9	64,2
35	11,8	1,8	14,8	4,1	1,5	nd	6,9	0,1	6,0	11,0	33,3
42	15,0	1,9	12,5	4,4	1,4	nd	2,9	0,9	6,0	14,2	27,8

nd* = não detectado

Além do aspecto nutricional, como fonte de minerais na dieta humana, os elementos minerais apresentam importância no desenvolvimento das propriedades dos frutos, pois exercem influência significativa na cor, aroma, forma, tamanho, aparência, resistência à danos mecânicos, incidência de doenças, desordens fisiológicas, características físico-químicas e vida útil da pós-colheita dos frutos (AULAR; NATALE, 2013). Além disso, o conhecimento sobre o acúmulo desses minerais nas diferentes fases fenológicas, como na frutificação são

imprescindíveis para estimar as necessidades nutricionais de uma cultura, bem como para identificar os momentos mais adequados para aplicação de fertilizantes (RAMIREZ et al., 2002), o que torna de suma importância no caso da pitiaia, em que faltam estudos, a exemplo da recomendação de adubação para a cultura, que ainda não existe.

Quanto aos aspectos visuais, é possível observar claramente as mudanças sofridas ao longo do desenvolvimento dos frutos, com características marcantes em cada fase (FIGURA 7). A formação e crescimento da pitiaia vermelha de polpa branca iniciaram com a polinização e fertilização da flor, seguidas de rápido crescimento das paredes do ovário, resultando na formação inicial do fruto nos primeiros dias após a abertura da flor, podendo o mesocarpo (polpa) ser visualizado aos 7 dias da antese (FIGURA 7a). Nesse estágio, portanto, a polpa forma uma massa branca e homogênea, compacta e com pouco rendimento.

Uma leve coloração nas sementes é observada somente aos 14 dias após a antese (FIGURA 7b), sendo nítido o avanço de seu desenvolvimento desde então, onde aos 21 dias (FIGURA 7c) é possível observar claramente uma fase de transição na maturação das sementes, em que ocorrem sementes desde a cor marrom clara a completamente negras.

As sementes apresentam-se completamente formadas aos 28 dias (FIGURA 7d), quando surgem também os primeiros sinais de coloração da casca, embora ainda ocorra apenas na parte interna do fruto. Nesse estágio, observa-se também, aumento na proporção de polpa. É provável que nessa fase as sementes tenham atingido a maturidade fisiológica, enquanto o fruto inicia a sua maturação.

Aos 35 dias observa-se uma grande evolução quanto a cor externa das cascas (FIGURA 7 e), que adquirem coloração rosa intensa em toda a extensão da casca, exceto as pontas das brácteas que se mantem verdes e turgidas. Além disso, ocorre um aumento considerável na porção comestível do fruto, acompanhado da redução na espessura da casca. Esse estágio representa o ponto ideal de colheita, por apresentar visualmente mais atrativos com coloração rosa intensa na casca e em sua maioria qualidades interna adequada para consumo, evidenciando que o fruto alcançou sua maturidade fisiológica.

Aos 42 dias surgem os primeiros sinais indicativos do início da senescência (FIGURA 7 f), quando as brácteas começam a murchar e despigmentar, adquirindo coloração amarelada. Embora a parte comestível dos frutos ainda apresente boa qualidade organoléptica, sua qualidade visual começa a ser comprometida, o que afeta diretamente a comercialização, uma vez que o aspecto visual é um dos critérios utilizados pelos consumidores na escolha e seleção do produto.

Figura 7 - Fases de desenvolvimento de frutos de pitáia vermelha de polpa branca. A: 7 dias após antese., B: 14 dias após antese., C: 21 dias após antese., D: 28 dias após antese., E: 35 dias após antese., F: 42 dias após antese.



4 CONCLUSÕES

A massa do fruto, diâmetros e r atio apresentam m aximas aos 35 dias ap os a antese. As m aximas de massa da polpa, rendimento e s olidos sol uveis ocorrem aos 42 dias ap os a antese.

O ponto ideal de colheita   em torno dos 35 dias, quando alcança sua maturidade fisiológica, podendo ser indicada pela colora o rosa intensa da casca. Aos 42 dias, porém, a polpa do fruto ainda se encontra com qualidade suficiente para consumo.

REFERÊNCIAS

- AOAC. Association Of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 18th ed. Washington: AOC, 2007.
- ARÉVALO-GALARZA, M. L.; ORTÍZ-HERNÁNDEZ, Y. D. Comportamiento postcosecha del fruto de la pitahaya (*Hylocereus undatus*). **Cactáceas y Suculentas Mexicanas**, Ciudad de México, v. 49, n. 3, p. 85-90, 2004.
- AULAR, J.; NATALE, W. Nutrição mineral e qualidade do fruto de algumas frutíferas tropicais: goiabeira, mangueira, bananeira e mamoeiro.. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, SP, v. 35, n. 4, p. 1214-1231, dez. 2013.
- CENTURIÓN, Y. A.; SOLÍS, P. S.; SAUCEDO, V. C. R.; BÁEZ, S. E.; SAURI, D. 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.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005.
- COOMBE, B. G. The development of fleshy fruits. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 27, p. 507-528, 1976.
- CORDEIRO, M. H. M.; SILVA, J. M.; MIZOBUTSI, G. P.; MIZOBUTSI, E. H.; MOTA, W. F. Caracterização física, química e nutricional da pitaya vermelha de polpa vermelha. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 37, n. 1, p. 20-26, 2015.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- GRIERSON, D.; KADER, A. A. Fruit ripening and quality.. In: ATHERTON, J. G.; RUDICH, J. The tomato crop. **A scientific basis for improvement**. New York: Chapman & Hall, 1986. p.241-280.
- JUNQUEIRA, K. P.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BELLON, G.; FONSECA, K. G.; LIMA, C. A.; SANO, S. M. Diversidade genética de pitayas nativas do cerrado com base em marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p. 819-824, 2010.
- LE BELLEC, F. et al. Pitahaya (*Hylocereus spp.*): a new crop, a market with a future. **Fruits**, v. 61, n. 4, p. 237-250, 2006.
- LIMA, C. A.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BELLON, G. Avaliação de características físico-químicas de frutos de duas espécies de pitaya. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n.3, p. 377-383, mai/jun, 2014.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.

MENEZES, T. P.; RAMOS, J. D.; LIMA, L. C. O.; COSTA, A. C.; NASSUR, R. C. M. R.; RUFINI, J. C. M. Características físicas e físico-químicas de pitaia vermelha durante a maturação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 2, p. 631-644, mar./abr. 2015.

ORTIZ, T. A.; TAKAHASHI, L. S. A. Physical and chemical characteristics of pitaya fruits at physiological maturity. **Genetics and Molecular Research**, v. 14, n. 4, p. 14422-14439, 2015.

RAMÍREZ, F.; BERTSCH, F.; MORA, L. Consumo de nutrientes por los frutos y bandolas de café Caturra durante um ciclo de desarrollo y maduración en Aquirares, Turrialba, Costa Rica. **Agron. Costarricense**, v. 26, p.33-42, 2002.

RODRIGUES, L. J. **Caracterização do desenvolvimento e processamento mínimo de pitaia nativa (*Selenicereus setaceus* Rizz.) do cerrado brasileiro**. 2010. 155 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2010.

RODRÍGUEZ CANTO, A. **Pitahayas: Estado mundial de su cultivo y comercialización**. Maxcanú, Yucatán, México: Fundación Yucatán Produce, AC. Universidade Autónoma Chapingo, 2000.

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, T. V.; RESENDE, E. D.; VIANA, A. P.; ROSA, R. C. C.; PEREIRA, S. M. F.; CARLOS, L. A. 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.; NGU, N.; DUC, N. D.; HUONG, H. T. T. Dragon fruit quality and storage life: effect of harvest time, use of plant growth regulators and modified atmosphere packaging. **Acta Horticulture**, v. 575, p. 611-621, 2002.

ARTIGO 2 Amadurecimento de frutos de pitáia vermelha de polpa branca (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton e Rose)

RESUMO

A pitáia é uma cactácea exótica que atualmente tem expandido seu cultivo no Brasil. Existe, portanto, carência de informações quanto ao seu comportamento e qualidade dos frutos ao longo da maturação. Objetivou-se avaliar a evolução das características visuais, físicas e físico-químicas de frutos de pitáia de polpa branca durante seu amadurecimento. Avaliou-se os diâmetros, massa, rendimento, coloração, pH, sólidos solúveis, acidez, firmeza e umidade, além das características visuais de frutos colhidos aos 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40 e 42 dias após a antese, faixa que englobou os frutos completamente verdes até frutos em processo de senescência. Foram analisadas as correlações entre a coloração externa e as principais variáveis de qualidade da polpa. Características importantes foram observadas ao longo da maturação dos frutos, como incrementos em massa, e rendimento de polpa, pH e sólidos solúveis, e decréscimos em massa e espessura da casca, firmeza e umidade. As mudanças visuais nos diferentes estádios de maturação evidenciou o potencial de utilização destas, como marcadores morfológicos na determinação da maturidade dos frutos, com destaque para a aparência das escamas dos frutos. Com base nas características visuais e qualidade organoléptica, a época ideal de colheita indicada para comercialização em curta ou média distância é entre os 34-38 dias após a antese. A partir dos 40 dias os frutos tornam-se menos atrativos visualmente, devido ao murchamento das escamas e perda da coloração rosa intensa da casca, embora até os 42 dias encontram-se com qualidade interna suficientes para serem consumidos ou utilizados também para processamento.

Palavras-chave: Dragon-fruit. Cactácea. Fenologia. Frutificação.

ABSTRACT

Pitaya is an exotic cactaceous, which has now expanded its cultivation in Brazil. There is little information about this species in literature, requiring studies on fruits behavior and quality during ripening. The objective of this study was to evaluate the evolution of the visual, physical and physicochemical characteristics of pitaya fruits of white pulp during its ripening. Size, mass, yield, color, pH, soluble solids, acidity, firmness and humidity were evaluated, in addition to assess fruits visual characteristics which were harvested at 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40 and 42 days after anthesis, range that included the completely green fruits until fruits in process of senescence. Correlations between external color and main pulp quality variables were analyzed. Important characteristics were observed during fruit ripening, such as increases in mass and yield of pulp, pH and soluble solids, and decreases in mass and peel thickness, firmness and humidity. Visual changes at different stages of ripening evidenced the potential of their use, as morphological markers in the determination of fruit maturity, with emphasis on the appearance of fruit scales. Based on visual characteristics and organoleptic quality the ideal harvest time indicated for commercialization in short or medium distance is between 34-38 days after the anthesis. From 40 days on, fruits become less attractive visually due to scales wilting and loss of intense pink coloration of peel; although until 42 days, they have sufficient internal quality to be consumed and they can be used for processing.

Keywords: Pitaya, cactaceous, phenology, fruiting.

1 INTRODUÇÃO

Durante o processo de maturação ocorrem diversas alterações no fruto, como mudanças na cor, sabor, textura e aroma, que exercem influência direta em aspectos importantes para a comercialização e indústria, como tempo de vida pós-colheita, atratividade visual, aceitação sensorial, rendimento, suscetibilidade ao ataque de microrganismos e danos mecânicos.

A pitiaia é uma fruta não-climatérica, devendo a colheita ser efetuada somente após alcançar a maturidade fisiológica, para que atinja qualidade mínima para consumo, como cor, sabor e outras características organolépticas. Apresenta alta perecibilidade, sendo que, quanto mais tardiamente for realizada a colheita, mais sua qualidade e vida de conservação serão reduzidas (ENCISO et al., 2011; WILBERTH et al., 2013). Assim, uma vez que tanto a colheita antecipada, quanto tardia, pode comprometer a qualidade dos frutos, torna-se crucial estudar a evolução nos aspectos relacionados ao amadurecimento dos frutos.

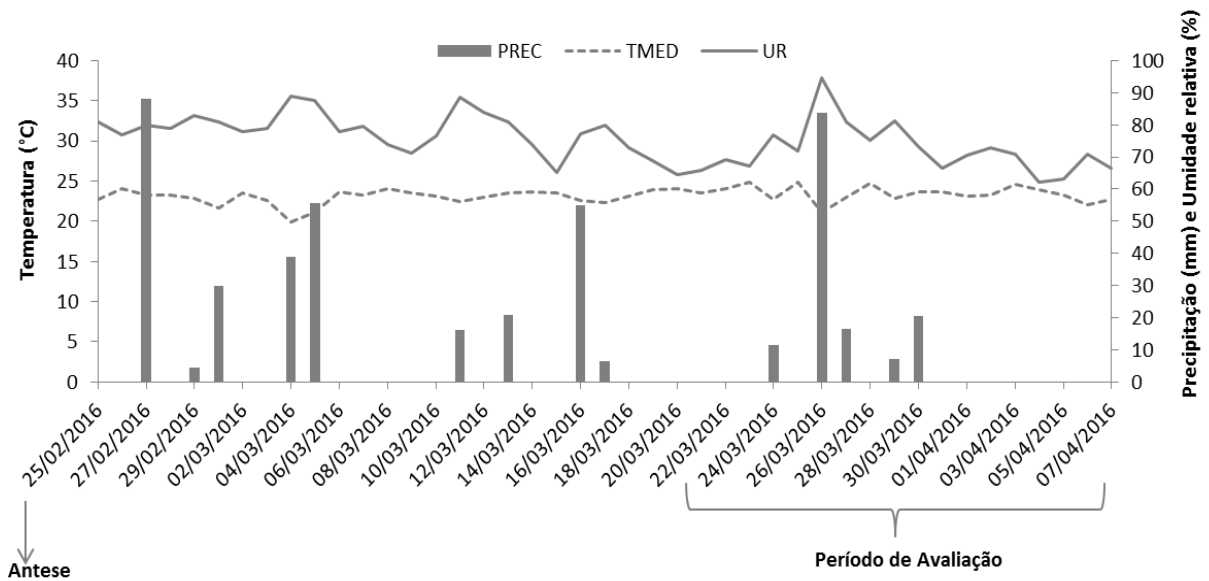
A indicação da época ideal de colheita tem se baseado quase que exclusivamente, na coloração do pericarpo e dias após a colheita, que tem levado em conta diferentes critérios, baseado principalmente em características de qualidade, como teor de sólidos solúveis, acidez e coloração. Além disso, a determinação da época de colheita pode sofrer alterações de acordo com a distância ao destino final, permitindo pequenas variações entre os dias de colheita. Diversos fatores podem ainda, alterar essa determinação, incluindo condições edafoclimáticas e genéticas. (NERD; MIZRAHI, 1999; TO et al. 2002, MERTEM, 2003; CENTURIÓN et al. 2008; FREITAS; MITCHAM, 2013; ORTIZ; TAKAHASHI, 2015). No Brasil, onde a cultura foi recentemente introduzida, são escassos os estudos sobre as mudanças que ocorrem na maturação e o ponto ideal de colheita.

A correlação entre as principais características de qualidade dos frutos, com suas características visuais externas, permite a adoção de critérios na determinação dos índices de maturação, permitindo inferir sobre a qualidade interna, baseado apenas em análises não destrutivas e de fácil detecção, auxiliando na decisão do ponto ideal de colheita dos frutos.

Dessa forma, objetivou-se estudar as mudanças físicas, físico-químicas e visuais, em frutos de pitiaia vermelha da polpa branca, em diferentes estádios de maturação, visando determinar sua qualidade, identificar os indicadores de maturidade e indicar a melhor época de colheita dos frutos.

2 MATERIAL E MÉTODOS:

O experimento foi conduzido no campo experimental do Setor de Fruticultura da Universidade Federal de Lavras/Departamento de Agricultura, entre os meses de março a abril de 2016. O clima da região, segundo a classificação climática de Köppen é do tipo Cwa, temperado chuvoso (mesotérmico) com inverno seco e verão chuvoso, subtropical, com temperatura do mês mais quente maior que 22 °C (22,1 °C em fevereiro). Os dados ambientais do período experimental estão demonstrados na Figura 1.



Para a montagem do experimento foram marcadas em um único dia, na ocasião da floração, todas as flores abertas e visualmente homogêneas encontradas na parte mediana de 60 plantas de pitaiá (*Hylocereus undatus*). Para abranger todas as etapas de amadurecimento, buscou-se avaliar desde o fruto totalmente verde até os primeiros sinais de senescência. Assim, foram colhidos dez frutos originários das flores marcadas aos 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40 e 42 dias após a antese. Após a coleta, os frutos foram devidamente acondicionados, higienizados e encaminhados ao Laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças do Departamento de Ciências dos Alimentos da Universidade, para a determinação das variáveis a serem estudadas.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, composto por oito épocas de coleta e cinco repetições. A parcela experimental foi constituída por dois frutos.

As análises dos frutos realizadas foram: massas do fruto inteiro, da casca e da polpa, separados manualmente e pesados em balança digital, com valores expressos em gramas; rendimento de polpa; dados em porcentagem; diâmetros longitudinal e transversal do fruto e;

espessura da casca, medidos com auxílio de paquímetro digital, e expressos em mm. O índice de formato foi calculado pela razão entre o diâmetro longitudinal e transversal; pH, com as leituras obtidas em um Peagâmetro digital (AOAC, 2007), sendo que a amostra foi triturada e homogeneizada na proporção de 1:5 (10g de polpa diluída em 50ml de água destilada) em politron e o filtrado utilizado para a análise; sólidos solúveis totais, obtidos com uso de refratômetro digital, sendo os resultados expressos em °Brix (AOAC, 2007).

A acidez total titulável foi realizada por titulação com NaOH 0,1 N e auxílio de peagametro, sendo adotado o ponto de titulação final o pH 8,2 (AOAC, 2007). Foram utilizadas 10 mL do homogenato filtrado para a titulação, após a trituração da polpa do fruto em politron na proporção de 1:5 (10 g de polpa diluída em 50 ml de água destilada), com valores expressos em porcentagem de ácido málico.

A firmeza da polpa foi determinada com auxílio de um penetômetro semi-manual marca TR modelo FT 327, com ponteira de 8 mm, na região equatorial dos frutos, com resultados expressos em Newton (N); porcentagem de umidade na polpa e casca dos frutos, calculados à partir da massa fresca e seca determinada em estufa com circulação forçada de ar a 70°C até peso constante. A coloração da casca e escamas (brácteas) da casca dos frutos foi determinada com auxílio do colorímetro Minolta, modelo CR-400, com iluminante D65 e no sistema CIELAB.

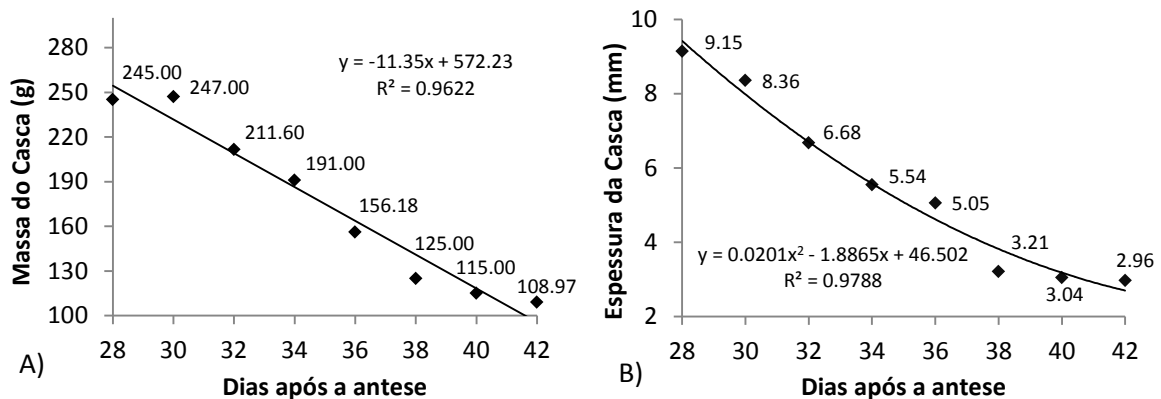
Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa Sisvar (FERREIRA, 2011). As médias dos períodos de avaliação foram submetidas à avaliação polinomial, sendo os modelos selecionados conforme a significância do teste F e do coeficiente de determinação. Também foi feito um estudo aplicando correlações lineares entre as variáveis de interesse e a coloração externa do fruto, onde foi obtido o coeficiente de correlação de Pearson (r), considerando significativas as correlações com $p < 0,05$.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de colheita de 14 dias, a massa dos frutos de pitaia não variou significativamente, apresentando um intervalo de 389,74 a 431,50g. Os diâmetros longitudinais, transversais e índice de formato também não apresentaram diferenças estatísticas significativas nos períodos avaliados, apresentando mínimas e máximas de 104,24-108,83mm, 82,18-87,45mm e 1,22-1,32mm, respectivamente. Essa faixa de valores de índice de formato permite classificar estes frutos em uma única categoria de formato, os subglobosos, o que pode ser visto como uma vantagem no quesito padronização do produto.

A massa da casca decresceu linearmente com a maturação no período avaliado (FIGURA 2A), variando de 245,00 a 108,97g entre os dias 28 e 42 após a antese. Isso representa uma redução de 136,03g entre os 14 dias decorridos. Semelhante a esse resultado, a (FIGURA 2B) seguiu a mesma tendência, onde aos 28 dias verificou-se o valor máximo de espessura (9,15mm), com subsequente redução até o último dia de avaliação (2,96mm). Resultados similares foram reportados por Ortiz e Takahashi (2015), que encontraram variações na espessura da casca entre 10,6 a 1,17mm dos 21 aos 32 dias após a antese, bem como decréscimo na massa da casca a partir do 24º dia da antese. Centurión et al. (2008) também observaram decréscimo na massa da casca a partir do 20º da floração. Com o afinamento da casca, o fruto pode tornar-se mais suscetível a danos mecânicos e ataques de agentes fitopatogênicos.

Figura 2 - Massa da casca (A) e Espessura da casca (B) de frutos de pitaiia vermelha da polpa branca durante a maturação.

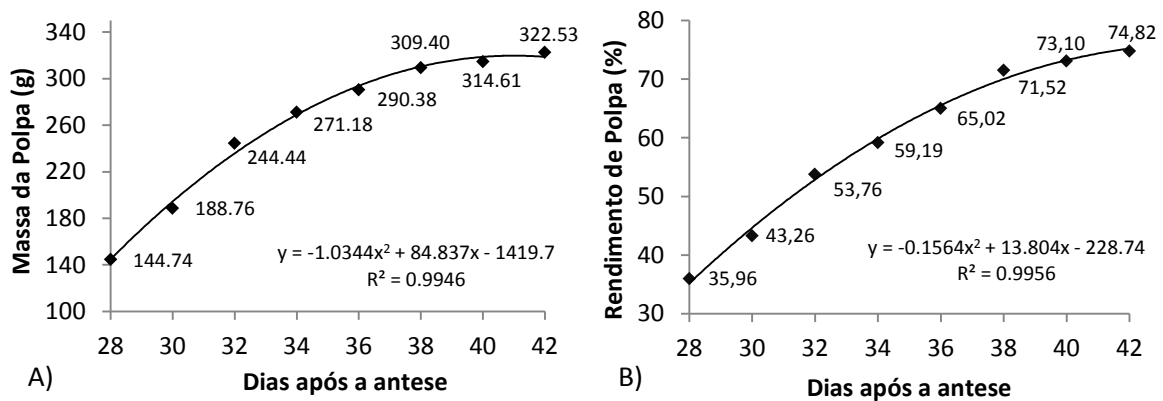


Antagonicamente, foi verificado com a massa da polpa (FIGURA 3A) incrementos no decorrer do tempo, apresentando valores mínimos de 144,74g e máximos de 322,53g entre os dias 28 e 42 dias. Esses resultados demonstram que as perdas de massa da casca, juntamente com o incremento de massa da polpa, se contrabalancearam, o que contribuiu para manter a massa total do fruto estabilizada. Essa redução da massa da casca simultânea ao aumento da massa da polpa com a maturação também foi constatada por Ortiz e Takahashi (2015) e Centurión et al. (2008), em frutos de pitaiia de polpa branca, indicando ser uma característica da espécie. A redução nos valores de massa da casca no decorrer do amadurecimento pode ser explicada, em parte, pela desidratação dos frutos que ocorre nos estádios finais do amadurecimento, indicando o início do processo de senescência, que conduz ao

envelhecimento e à morte dos tecidos. Já o incremento em massa na polpa, ocorre, principalmente, pelo acúmulo de compostos orgânicos e água.

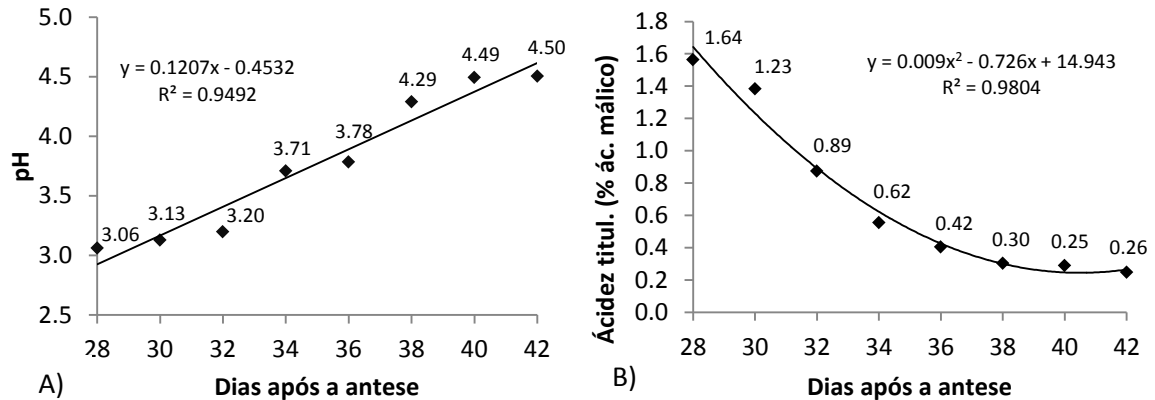
O rendimento em polpa (FIGURA 3B) acompanhou o comportamento da massa da polpa, aumentando com a maturação, sendo o rendimento máximo alcançado de 74,82% aos 42 dias, representando um aumento de mais de 100% em relação ao primeiro dia avaliado. Rendimentos similares para frutos maduros foram relatados por Marquez et al. (2005) (73%) e Enciso et al. (2007) (79%). Para a mesma espécie, Lima et al. (2014), encontraram rendimentos de 65,20 a 78,20% ao avaliar frutos de diferentes acessos, enquanto Chávez (2011), ao estudar genótipos de *Hylocereus undatus*, encontrou variação de 40,5 a 80,6%.

Figura 3 - Massa da polpa (A) e Rendimento de polpa (B) de frutos de pitáia vermelha da polpa branca durante a maturação.



Quanto ao pH, ocorreu um aumento linear com a maturação, alcançando valores entre 3,06 e 4,50 (FIGURA 4A). A acidez total titulável, em concordância com o pH, assumiu valores decrescentes com a maturação, com variações na ordem de 1,63 a 0,25% de ácido málico (FIGURA 4B). Rodrigues (2010) verificou valores de acidez titulável dos frutos de pitáia nativa variando 1,1% aos 21 para 0,4% aos 70 dias após a antese, bem como valores crescentes de pH nesse mesmo intervalo. Em pesquisa realizada por Nerd e Mizhari (1999), os autores observaram que acidez titulável inferior a 1%, promovem um sabor e doçura satisfatórios em frutos de pitáia. Os ácidos orgânicos normalmente tendem a diminuir com a maturação, devido ao seu uso como substrato na respiração ou de sua conversão em açúcares, o que conduz também ao aumento do teor de sólidos solúveis (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Figura 4 - pH (A) e acidez total titulável (B) da polpa de frutos de pitaia vermelha da polpa branca durante a maturação.

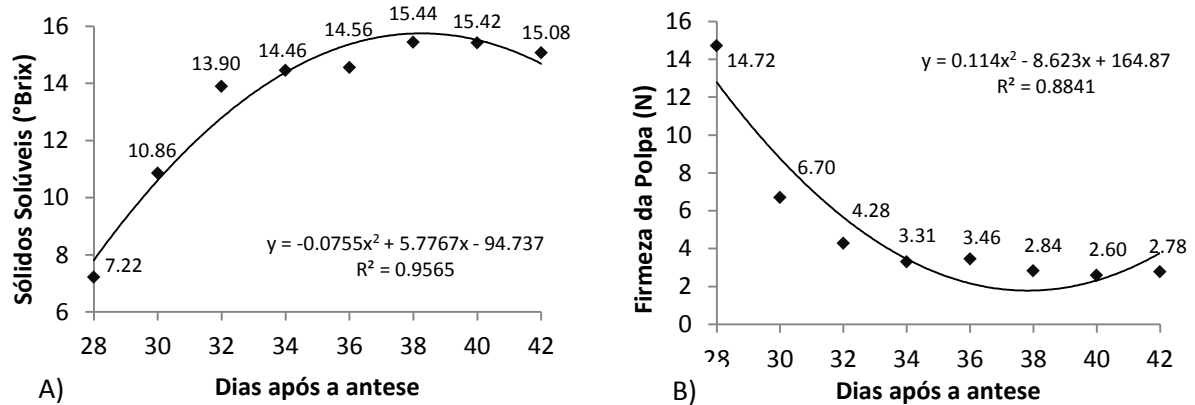


Os sólidos solúveis, por sua vez, apresentaram aumentos crescentes com o tempo, até atingir valores máximos aos 38 dias (15,44 °Brix), a partir de onde observa-se leves decréscimos (FIGURA 5A). Resultados similares foram reportados por Rodrigues (2010) para pitaia nativa, onde decréscimos em sólidos solúveis foram observados a partir dos 70 dias da antese. Os sólidos solúveis são compostos, principalmente por açúcares, que podem ser utilizados também como substrato nos processos respiratórios, o que pode explicar a redução dos valores de sólidos solúveis em estádios avançados da maturação (KAYS, 1997). Menezes et al (2015), avaliando frutos de pitaia dos 21 aos 46 dias, obtiveram valores de 3,43 à 19,58 °Brix. Já Centurión et al. (2008) observaram 4,6 a 12,6° Brix dos 20 aos 31 dias após a floração, enquanto Ortiz e Takahashi (2015) relataram valores máximos de 12,2 aos 31 dias da antese. Para Wanitchang et al. (2010), frutos com teores de sólidos solúveis acima de 12 °Brix apresentam melhor aceitabilidade para consumo. Assim, neste estudo, valores superiores foram encontrados à partir dos 32 dias da antese.

A firmeza da polpa dos frutos apresentou comportamento quadrático com o avançar da maturação (FIGURA 5B), com uma amplitude maior entre os valores nas primeiras avaliações e demonstrando uma tendência à estabilidade nas avaliações subsequentes. A textura é uma característica física de grande importância, pois frutos mais firmes sugerem um maior tempo de vida útil pós-colheita, e maior resistência ao transporte. Essa característica tem relação com as propriedades químicas das paredes celulares, principalmente a pectina. Sua forma insolúvel predomina em tecidos imaturos, e com a maturação, ocorre aumento na concentração de pectina solúvel, indicador de amaciamento dos tecidos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). O murchamento e desidratação do fruto podem proporcionar aumento da concentração de

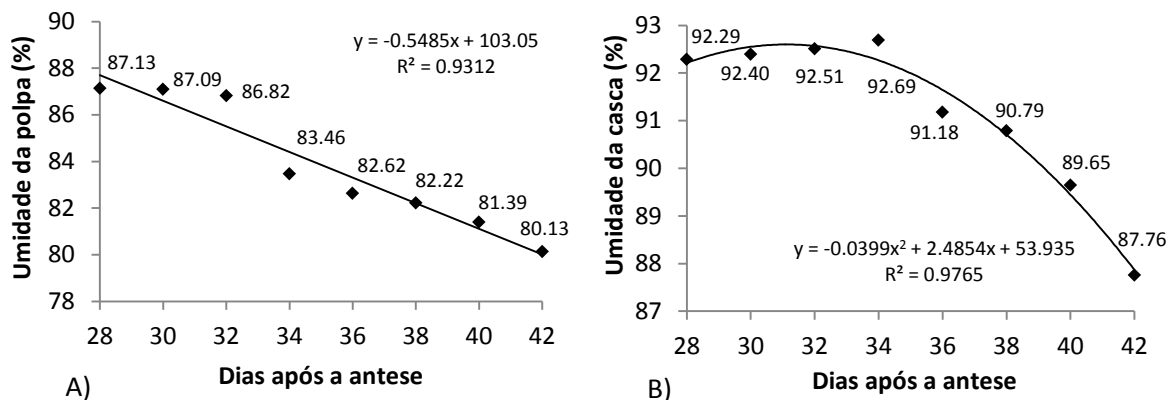
substâncias que enrijecem o tecido, como fibras, conferindo maior resistência à ponteira do fruto, o que pode justificar o aumento da firmeza observado no ultimo dia de avaliação.

Figura 5 - Sólidos solúveis (A) e Firmeza (B) em polpa de frutos de pitaiá vermelha da polpa branca durante a maturação.



A umidade da polpa apresentou comportamento decrescente linear para a polpa, variando de 87,13 à 80,13%, representando uma redução de 7%, nos 14 dias decorridos (FIGURA 6A). A porcentagem de umidade na casca apresentou comportamento quadrático, com leve aumento até os 34 dias, quando apresentou valores máximos, de 92,69%, a partir de quando se observa decréscimos, alcançando valores mínimos aos 42 dias da antese, correspondentes a 87,76% (FIGURA 6B). Resultados condizentes foram reportados por Rodrigues (2010) para a pitaiá nativa, que encontrou médias de 79,31% de umidade na polpa e 85,25% na casca de frutos maduros. Segundo o mesmo autor, o teor de água é dependente de uma série de fatores, incluindo espécie, suprimento de água à época de colheita, temperatura e umidade relativa do meio ambiente.

Figura 6 - Umidade da polpa (A) e casca (B) de frutos de pitaiá vermelha da polpa branca durante a maturação



A aparência é, sem dúvida, o primeiro parâmetro a ser observado e julgado pelo consumidor, que leva em conta a cor, o tamanho, o formato, o brilho e seu estado de preservação e sanidade. A coloração é um dos parâmetros mais importantes, e exerce grande influência sobre a atratividade do produto. Segundo Hirsch et al. (2012), os consumidores, em geral, preferem frutos fortemente coloridos e brilhantes. Assim, as análises de coloração podem ser utilizadas como indicativo de qualidade, frescor e grau de maturação dos frutos.

Conforme a escala CIELAB de cores, o brilho ou a luminosidade podem ser mensurados pela coordenada L^* , que varia de preto a branco, numa escala de 0 a 100. No presente estudo, nota-se que a coloração da casca e suas escamas apresentaram um ligeiro decréscimo nos valores de L^* com a maturação, sendo a maior amplitude observada nas escamas, com valores médios da ordem de 52,73 a 42,59 (FIGURA 7 A e B), evidenciando seu potencial na determinação do frescor dos frutos. É importante destacar, que após a completa pigmentação da casca, os valores máximos de L^* foram encontrados aos 36 dias da antese, indicando o momento em que os frutos se apresentavam com máximo brilho na parte externa da casca, portanto, mais brilhantes e atrativos visualmente.

Já a coordenada a^* , que representa a variação de cores de verde (-a) ao vermelho (+b), apresentaram na casca valores negativos nas duas primeiras avaliações e positivos nas demais, enquanto que para as escamas do fruto, os valores negativos estenderam-se até a quarta avaliação (34 dias após a antese), indicando o momento a partir do qual a cor vermelha prevaleceu. Esses resultados mostram que as escamas do fruto apresentam mudança de coloração mais tardiamente que a parte mais fina da casca, sendo que a detecção dos valores positivos foi coincidente com os estádios de maior madurez, quando os frutos apresentaram-se com características organolépticas mais propícias ao consumo, podendo, portanto, as escamas serem utilizadas como marcador morfológico de importância na verificação do grau de maturação e ponto ideal de colheita dos frutos. Rodrigues (2010) atribuiu a mudança de cor da pituaia nativa à degradação das clorofilas e síntese de betacianinas, uma vez que verificou redução nos teores de clorofila e aumento de betacianinas na casca dos frutos com a maturação. Segundo Mello et al. (2015), a coloração característica da pituaia é devido principalmente à síntese de pigmentos betalaína.

Quanto a intensidade da coloração amarela, expressa pela coordenada b^* , nota-se valores decrescentes com o avançar da maturação, variando de 27,31 a 11,18 na casca e 27,43 a 16,94 nas escamas do fruto. Juntamente com a redução de luminosidade (L^*), indica um escurecimento da cor amarela. Resultados similares foram reportados por Ortiz e Takahashi (2015), que encontraram variações na casca de 30,6 a 7,6 dos 21 aos 32 dias de avaliação. É

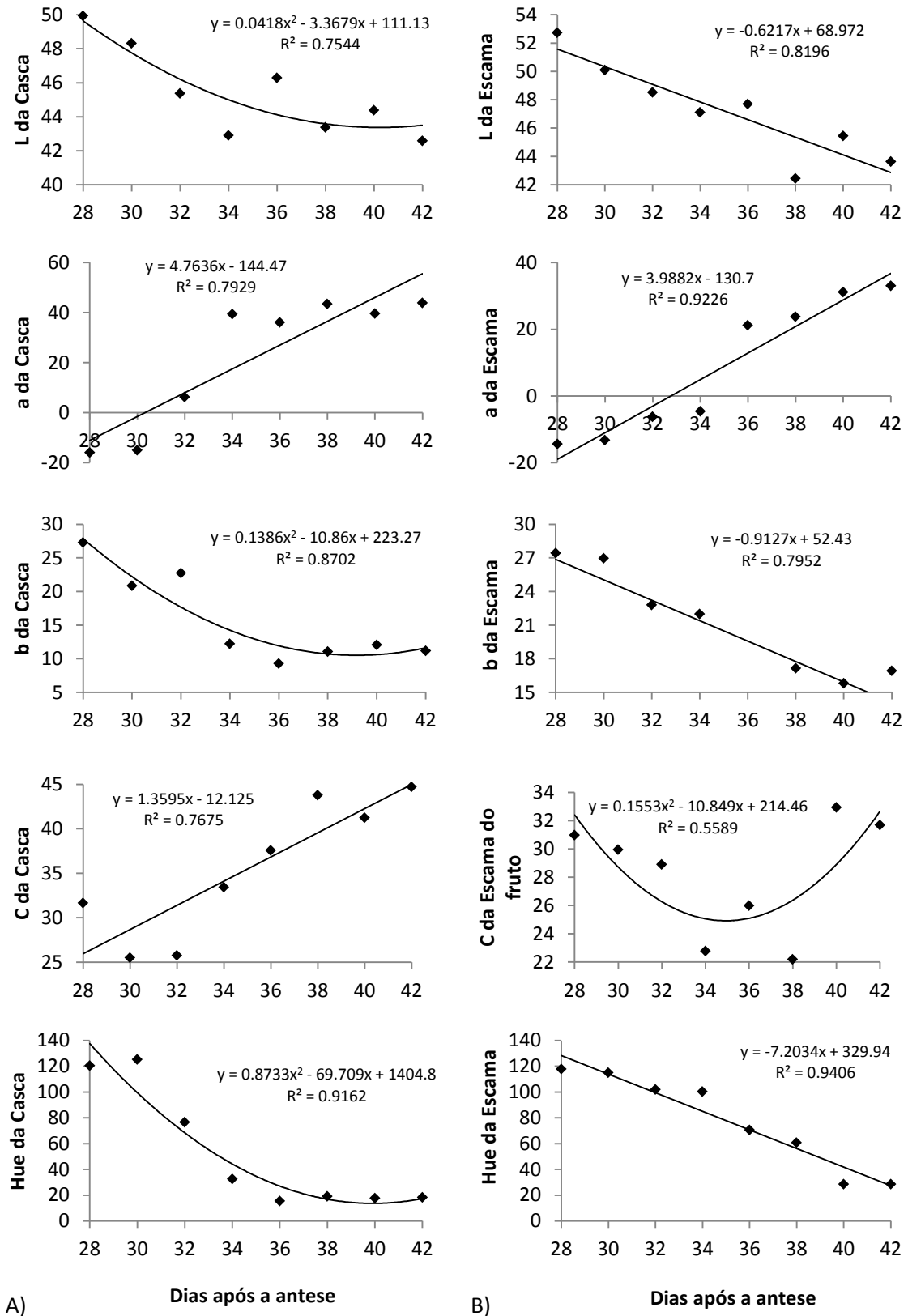
possível que esse comportamento esteja relacionado à degradação de pigmentos como carotenoides e clorofilas, em conjunto com o surgimento dos pigmentos azulados e arroxeados, pela síntese das betalainas.

A coordenada Croma, indica a saturação ou pureza da cor. Para essa coordenada, na casca, observou-se um leve decréscimo quando os frutos apresentavam-se completamente verdes e, posteriormente, quando do início da pigmentação avermelhada nota-se uma elevação linear em seus valores. Segundo Awad (1993), com o avançar do desenvolvimento, o fruto passa de verde-escuro a verde-claro, em seguida, ocorre o surgimento dos pigmentos característicos da casca, que poderiam estar presentes junto a cor verde, porém, mascarados, sendo revelados apenas após o início da degradação das clorofilas, ou serem sintetizados durante a maturação. Já em relação as escamas, observou-se um comportamento quadrático, com queda nos valores de Croma até um determinado momento, a partir do qual, nota-se uma tendência à elevação. No entanto, novos estudos são necessários para se determinar e padronizar o local exato na extensão da escama, para que se realize as medições de coloração, uma vez que as mudanças ocorrem na escama da sua base para seu ápice, podendo ser a causa de se terem encontrado valores mais baixos de coeficiente de determinação (R^2) em comparação a casca.

A tonalidade ($^{\circ}$ hue) tanto da casca quanto de suas escamas apresentou comportamento decrescente com o tempo, indicando uma coloração inicial de verdes amarelado a tons vermelho intenso nos estádios finais de maturação. Segundo To et al. (2002), a colheita de pitaita no México deve ser efetuada quando o valor de hue for inferior a 30° , faixa angular em que o tom vermelho se sobressai e se intensifica. Assim, aqui estariam aptos para colheita a partir dos 34 dias. Para as escamas, por sua vez, poderia ser indicados valores abaixo de 90° , correspondente aos estádios A a partir dos 36 dias da antese, corroborando com os resultados observados nos gráficos da coordenada a^* e, coincidindo com o estádio de melhor qualidade dos frutos, o que evidencia o potencial de uso das escamas na determinação dos índices de maturidade.

Esses resultados de coordenadas de cromaticidade evidenciam as mudanças de coloração que ocorrem com o amadurecimento dos frutos e sua importância na avaliação da qualidade dos frutos. Nesse sentido, a análise da correlação entre caracteres é uma importante ferramenta para auxiliar na indicação das características visuais externas, com maior potencial de serem utilizadas para inferir sobre a qualidade interna dos frutos e, assim, auxiliar na determinação dos índices de maturidade e ponto ideal de colheita dos frutos.

Figura 7 - Alterações na cor – coordenadas L*, a*, b*, Croma e Hue na casca (A) e Escamas do fruto (B) de frutos de pitaiia vermelha da polpa branca durante a maturação.



Nesse sentido, os dados de Correlação de Pearson (TABELA 1), confirmam o potencial de uso da coloração da casca e escamas dos frutos, na determinação da qualidade dos frutos, do grau de maturação e ponto ideal de colheita de pitaiá. Das 50 correlações simples analisadas, entre a coloração externa e as principais características de interesse dos frutos, 45 foram significativas ao nível de 5% de significância. Segundo Guerra e Livera (1999), as correlações são classificadas, de acordo com o grau de intensidade em baixa (0,31-0,50), média (0,51-0,70), forte (0,71-0,90) e muito forte (0,91-1,0). Assim, 60% das correlações foram de intensidade forte a muito forte, e 26% de intensidade média, o que assegura a confiabilidade das análises.

No geral, a resposta das correlações da casca e escamas do fruto foram similares. A escama do fruto apresentou melhores resultados nas análises de correlação com o brilho, o que demonstra sua eficiência na inferência do frescor dos frutos, comprovando o potencial uso deste marcador morfológico na determinação dos índices de maturidade. Embora as escamas não tenham apresentado correlações significativas para a variável cromaticidade, cabe salientar, que as leituras de coloração nas escamas foram feitas na base de sua extensão, sendo importante que novos estudos sejam realizados a fim de se determinar a localização mais conveniente para efetuar a leitura nas escamas. Além disso, deve-se verificar qual coordenada de cor é mais indicada para se estudar as correlações de determinada variável física ou física química do fruto. As demais correlações, em sua maioria, apresentaram correlações mais fortes com a casca em relação às escamas do fruto.

Nas variáveis de coloração as correlações mais fortes foram detectadas nas coordenadas a^* e Hue, o que vai de acordo com os autores Nerd e Mizrahi (1999), To et al. (2002) e Ortiz e Takahashi (2015) que sugerem o uso destas, na determinação dos índices de maturidade e ponto de colheita. Todas as variáveis físicas e físico-químicas analisadas apresentam-se promissoras para serem correlacionadas à coloração da casca.

As correlações mais fortes detectadas foram entre as variáveis a^* e acidez (-0,967), a^* e pH (0,922), a^* e rendimento (0,908) na casca, e Hue e acidez (0,960), Hue e pH (-0,937), Hue e Rendimento(-0,914) nas escamas, com destaque para a correlação entre acidez e a^* , com a maior correlação entre todas as analisadas, indicando que quanto mais o fruto se desenvolve menor será sua acidez.

Lima et al. (2014) demonstraram que há uma correlação inversa entre o incremento em massa e tamanho dos frutos e o incremento em sólidos solúveis. No presente trabalho, portanto, foi possível inferir que, em frutos de mesmo tamanho, os sólidos solúveis correlacionam-se positivamente com a coloração da casca e escamas dos frutos, de modo que

quanto maior a intensidade da coloração vermelha da parte externa dos frutos, maior é o teor de sólidos solúveis na polpa, pH e rendimento, além de menor acidez e firmeza. Centurión et al. (2008) também encontraram correlações significativas positivas entre sólidos solúveis e coloração da casca, confirmando a relação entre essas variáveis.

Tabela 1 - Correlações ($p < 0,05$) entre as variáveis sólidos solúveis totais (SS), acidez total titulável (AT), pH, rendimento (REN) e firmeza (FIR) da polpa com a coloração (L^* , a^* , b^* , C e Hue) da casca e escamas dos frutos de pitáia vermelha de polpa branca.

	L^*		a^*		b^*		Croma		Hue	
	Casca	Escama	Casca	Escama	Casca	Escama	Casca	Escama	Casca	Escama
SS	-0,686*	-0,693*	0,817*	0,671*	-0,736*	-0,638*	0,477*	-0,250 ^{ns}	-0,807*	-0,660*
AT	0,703*	0,710*	-0,967*	-0,863*	0,885*	0,772*	-0,717*	0,176 ^{ns}	0,960*	0,836*
PH	-0,606*	-0,749*	0,898*	0,922*	-0,797*	-0,708*	0,854*	-0,001 ^{ns}	-0,850*	-0,937*
REN	-0,651*	-0,743*	0,941*	0,908*	-0,866*	-0,729*	0,730*	-0,088 ^{ns}	-0,914*	-0,895*
FIR	0,653*	0,704*	-0,773*	-0,636*	0,778*	0,660*	-0,381*	0,252 ^{ns}	0,769*	0,611*

Em relação às mudanças visuais que ocorrem com o amadurecimento, é possível verificar alterações que marcam os estádios de maturação dos frutos (FIGURA 8). Aos 28 dias da antese as sementes apresentam-se completamente formadas e é possível observar indícios quase imperceptíveis de pigmentação na parte interna da casca. Aos 30 dias da antese, a parte interna da casca apresenta-se completamente pigmentada, formando um anel de coloração rosa ao redor da polpa, quando se faz um corte transversal no fruto. Essa coloração expande-se para as camadas externas da casca, completando a pigmentação do pericarpo aos 34 dias, com a maior intensidade de coloração rosa na casca, aos 36 dias.

A partir dos 38 dias da antese, é possível observar os primeiros sinais de proximidade da senescência, notadamente pelo início da descoloração e murchamento das brácteas, que se tornam amareladas e posteriormente amarronzadas (FIGURA 8). Aos 42 dias, a mancha marrom ultrapassa as brácteas e expande-se para as demais partes da casca dos frutos.

Fazendo-se uma análise conjunta das características físicas, físico-químicas e visuais, é possível inferir que a época ideal de colheita para comercialização *in natura* é entre os 34-38 dias após a antese, quando os frutos apresentam-se com as melhores características visuais e qualidade organoléptica. A partir dos 40 dias, os frutos tornam-se menos atrativos visualmente, devido ao murchamento das escamas e perda da coloração rosa intensa da casca, embora até os 42 dias se encontrem com qualidade interna suficiente para serem consumidos, e indicados portanto, para processamento.

Figura 8 - Estádios de maturação de frutos de pitáia vermelha de polpa branca aos 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40 e 42 dias após antese.



4 CONCLUSÕES

O período entre 34 e 38 dias após a antese é o mais indicado para realização da colheita, de forma a conciliar a qualidade organoléptica e a aparência visual.

A partir dos 40 dias após a antese, ocorre uma perda na qualidade externa pelo murchamento e descoloração da casca, embora a parte comestível dos frutos ainda se apresente com qualidade satisfatória para consumo, apresentando excelentes condições para uso em processamento.

A evolução nas mudanças de coloração e aparência dos frutos demonstrou ser um importante indicativo na determinação dos índices de maturidade dos frutos.

As escamas dos frutos mostram-se promissoras para serem utilizadas na determinação da qualidade dos frutos, e auxiliar na indicação do ponto ideal de colheita.

REFERÊNCIAS

- AOAC. Association Of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 18th Washington: AOC, 2007. 1750 p.
- AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutas**. São Paulo: Nobel, 1993. 114 p.
- CHÁVEZ, M. R. **Relationships between genotype, productivity and quality of pitahaya fruits (*Hylocereus spp.*)**. Master's thesis, Colegio de Postgraduados, Montecillo. 2011.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005.
- CENTURIÓN, Y. A.; SOLÍS P. S.; SAUCEDO. V. C.; R. BÁEZ. S.; E. SAURI. D.; 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.
- ENCISO, O. T.; FRANCISCO, B. B.; TORRES, M. A. L.; ZEA, M. F. Reproductive phenology and quality of pitahaya fruits (*Hylocereus undatus*) In: CONGRESO NACIONAL DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE CIENCIAS HORTÍCOLAS SINALOA, MEXICO. 12., **Anais...** Zacatecas, 2007.
- ENCISO, O. T.; ZAZUETA, M. E. I.; RANGEL, M. D. M.; TORRES, J. B. V.; ROMERO, M. V.; VERDUGO, S. H. Calidad postcosecha de frutos de pitahaya (*hylocereus undatus* haw.) cosechados en tres estados de madurez. tomás **Rev. Fitotec. Mex.**, v. 34, n. 1, p. 63-72, 2011.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FREITAS, S, T.; MITCHAM, E. J. Quality of pitaya fruit (*Hylocereus undatus*) as influenced by storage temperature and packaging. **Sci. Agric.** v. 70, n. 4, p. 257-262, july/august, 2013.
- GUERRA, N. B.; LIVERA, A. V. S. Correlação entre perfil sensorial e determinações físicas e químicas do abacaxi cv. Pérola. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 21, p. 32-35. 1999.
- HIRSCH, G. E.; FACCO, E. M. P.; RODRIGUES, D. B.; EMANUELLI, M. V. T. Caracterização físico-química de variedades de amora-preta da região sul do Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 5, p. 942-947, maio, 2012.
- KAYS, J. S. **Postharvert physiology of perishables plant products**. New York: Athens, 1997. 532 p.
- LIMA, C. A.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BELLON, G. Avaliação de características físico-químicas de frutos de duas espécies de pitaya. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 3, p. 377-383, mai/jun, 2014.

- MÁRQUEZ, G. J. G.; MARTÍNEZ, C. R.; MUÑOZ, L. M. Caracterización morfológica y compatibilidad sexual de cinco genotipos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) [Morphological Characterization and sexual compatibility of five pitahaya (*Hylocereus undatus*) genotypes]. **Agrociencia**, v. 39, p. 183-194, 2005.
- MELLO, F. R.; DIAS, C. B. C. O.; GONZAGA, L.; AMANTE, E.; FETT, R.; CANDIDO, L. M. B. Antioxidant properties, quantification and stability of betalains from pitaya (*Hylocereus undatus*) peel. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 2, p. 323-328, fev, 2015.
- MENEZES, T. P.; RAMOS, J. D.; LIMA, L. C. O.; COSTA, A. C.; NASSUR, R. C. M. R.; RUFINI, J. C. M. Características físicas e físico-químicas de pitaia vermelha durante a maturação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 2, p. 631-644, mar./abr. 2015.
- MERTEN, S. A review of *Hylocereus* production in the United States. **Journal of the Professional Association for Cactus Development.**, v. 5, p. 98-105, 2003.
- NERD, A; MIZRAHI, Y. Effect of ripening stage on fruit quality after storage of yellow pitaia. **Postharvest Biology and Technology**, v. 15, n. 2, p. 99-105, 1999.
- ORTIZ, T. A.; TAKAHASHI, L. S. A. Physical and chemical characteristics of pitaya fruits at physiological maturity. **Genetics and Molecular Research**, v. 14, n. 4, p. 14422-14439, 2015.
- RODRIGUES, L. J. **Caracterização do desenvolvimento e processamento mínimo de pitaia nativa (*Selenicereus setaceus* Rizz.) do cerrado brasileiro**. 2010. 155p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2010.
- TO, L. V.; NGU, N.; DUC, N. D.; HUONG, H. T. T. Dragon fruit quality and storage life: effect of harvest time, use of plant growth regulators and modified atmosphere packaging. **Acta Horticulture**. v. 575, p. 611-621, 2002.
- WANITCHANG, J.; TERDWONGWORAKUL, A.; WANITCHANG, P.; NOYPITAK, S. Maturity sorting index od dragon fruit: *Hylocereus polyerhizus*. **J. Food Eng.** v. 10, n. 3, p. 409-416, 2010.
- WILBERTH, M. B.; ENRIQUE, S. D.; JOEL, G.; VELOZ, S. Crescenciano variaciones bioquímicas-fisiológicas y físicas de las frutas de pitahaya (*hylocereusundatus*) almacenadas en ambiente natural. México. **Revista iberoamericana de tecnología postcosecha**, v. 14, n. 1, p. 21-30, 2013.