



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

THIAGO ALBERTO ORTIZ

**MATURIDADE FISIOLÓGICA DE FRUTOS E SEMENTES DE
PITAIA [*Hylocereus undatus* (HAWORTH) BRITTON &
ROSE]**

Londrina
2013

THIAGO ALBERTO ORTIZ

**MATURIDADE FISIOLÓGICA DE FRUTOS E SEMENTES DE
PITAIA [*Hylocereus undatus* (HAWORTH) BRITTON &
ROSE]**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Estadual de Londrina.

Orientadora: Profa. Dra. Lúcia Sadayo Assari Takahashi.

Londrina
2013

Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina.

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

O77m Ortiz, Thiago Alberto.
Maturidade fisiológica de frutos e sementes de pituaia [*Hylocereus undatus* (Haworth) Britton & Rose] / Thiago Alberto Ortiz. – Londrina, 2013.
77 f.: il.

Orientador: Lúcia Sadayo Assari Takahashi.
Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2013.
Inclui bibliografia.

1. Cacto – Frutos – Maturação – Teses. 2. Cacto – Semente – Maturação – Teses. 3. Fisiologia vegetal – Teses. I. Takahashi, Lúcia Sadayo Assari. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

CDU 634.775

THIAGO ALBERTO ORTIZ

MATURIDADE FISIOLÓGICA DE FRUTOS E SEMENTES DE PITAIA
[*Hylocereus undatus* (HAWORTH) BRITTON & ROSE]

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Estadual de Londrina.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Lúcia Sadayo Assari Takahashi
UEL - Londrina - PR

Profa. Dra. Adriane Marinho de Assis
UEL - Londrina - PR

Prof. Dr. Edson Perez Guerra
UNICENTRO - Guarapuava - PR

Prof. Dr. Claudemir Zucareli
UEL - Londrina PR

Dra. Christina da Silva Wanderley

Londrina, 15 de fevereiro de 2013.

DEDICO

Dedico este trabalho aos meus pais Luis e Fatima, por sempre estarem ao meu lado, confortando-me com apoio e incentivo em todas as minhas escolhas e decisões.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus por proporcionar-me saúde e determinação para ultrapassar os obstáculos da vida, com honestidade, sinceridade e ética.

Aos meus pais Luis Ortiz e Maria de Fatima Ortiz pela incansável dedicação, por terem me ensinado o caminho da verdade, dando-me apoio, carinho, amor e respeito, ensinando a ser honesto em todos os meus atos, sendo para mim espelhos de caráter e dignidade.

À minha irmã e madrinha Graziela Ortiz, que é como uma segunda mãe para mim.

À minha orientadora Lúcia Sadayo Assari Takahashi, que com toda a calma e simplicidade, me direcionou nesses anos, acalmando-me nos momentos de aflições com palavras de conforto.

Ao meu amigo Carlos Toral, que por estar mais próximo a mim nesses dois anos, suportou meus momentos de estresse e compartilhou das minhas vitórias.

À toda minha família e amigos que direta ou indiretamente estiveram me apoiando e ajudando nos meus trabalhos, principalmente a Mariana Alves de Oliveira, Aline Moritz, Alessandro Borini Lone, Lilian Yukari Yamamoto, entre outros amigos que me acompanharam nas avaliações e nos momentos de descontração após dias intensos de trabalho.

À Universidade Estadual de Londrina, ao Programa de Pós-graduação em Agronomia e ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo.

À todos os professores que compartilharam dos seus conhecimentos, esclarecendo dúvidas e acrescentando ensinamentos, principalmente à professora Adriane Marinho de Assis e ao professor Claudemir Zucareli pela atenção e dedicação, além do Dr. Edson Perez Guerra e da Dr^a. Christina da Silva Wanderley, que aceitaram o convite para compor a banca examinadora.

À todas pessoas que contribuíram para que este trabalho fosse concretizado.

*Deus eu interpreto as conquistas de hoje (desta fase) sendo frutos adocicados,
maduros que eu estou colhendo de um período turbulento (passado pouco distante),
árido, lágrimas caídas em tardes sofridas.
Mesmo assim, eu preferi semear em linha reta, selecionei as melhores sementes
para depositar ao solo, fui justa e verdadeira.
E ao justo Deus tem o melhor, ele garante a fartura, como diz o meu amado pai "sua
colheita será farta com abundância".
Fase esta que passei para fortalecer minha estrutura para que frutos saudáveis eu
pudesse oferecer hoje, eu traduzo para amor e compreensão ao próximo, olhar
sincero e verdadeiro que posso transmitir.
Mais do que isso sinto o amor e a presença de Deus no meu Viver!
E isso eu passo adiante!
Tudo posso naquele que me fortalece, Deus obrigada por tudo!
Amém!*

(Mariana Alves de Oliveira)

ORTIZ, Thiago Alberto. **Maturidade fisiológica de frutos e sementes de pitaia (*Hylocereus undatus* (Haworth) Britton & Rose)**. 2013. 77 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2013.

RESUMO

Determinar o período em que os frutos e as sementes alcançam a maturidade fisiológica é de extrema importância para todas as espécies, pois auxilia o planejamento da colheita e o controle de qualidade, já que a produção destes são dependentes de fatores intrínsecos, extrínsecos e da combinação de ambos. Assim, o trabalho teve como objetivo determinar a maturidade fisiológica de frutos e sementes de pitaia vermelha de polpa branca (*Hylocereus undatus*). Para o estudo, as flores foram etiquetadas na antese e a coleta iniciou-se 21 dias após, sendo realizada durante 12 dias, com a colheita diária de quatro frutos. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. A maturidade fisiológica de frutos foi avaliada a partir de características físicas, como comprimento longitudinal; diâmetro equatorial de fruto sem escama; espessura de pericarpo e de polpa; massa de fruto, de polpa e de pericarpo; porcentagem de pericarpo e de polpa; relação polpa/pericarpo; índice de cor de pericarpo; ângulo de cor Hue (h°); índice de luminosidade (L^*); croma (C^*); variação entre azul e amarelo (b^*) e variação entre verde e vermelho (a^*); e químicas, a exemplo do teor de sólidos solúveis; acidez titulável; *ratio* e pH. Para as sementes, os índices de maturação foram determinados segundo a massa seca; grau de umidade; germinação; índice de velocidade de germinação; tempo médio de germinação; condutividade elétrica; comprimento de raiz e de parte aérea e massa seca de plântulas. Os dados foram submetidos à análise de variância e estudo de regressão polinomial para efeito de dias após a antese e ainda, correlação de Pearson ($p < 0,05$). A maturidade fisiológica de frutos de *H. undatus* ocorreu do 30º ao 32º dias após a antese (DAA); e a de sementes entre o 28º e o 31º DAA. Para os frutos, a massa de polpa foi a variável que mais apresentou forte associação com as demais analisadas; para as sementes, foi o índice de velocidade de germinação. O diâmetro equatorial de fruto mostrou-se eficiente na identificação do ponto de maturidade fisiológica de sementes.

Palavras-chave: Cactaceae. Dias após a antese. Índice de maturação. Qualidade fisiológica. Vigor.

ORTIZ, Thiago Alberto. **Physiological maturity of fruits and seeds of pitaya (*Hylocereus undatus* (Haworth) Britton & Rose)**. 2013. 77 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2013.

ABSTRACT

Determine the period in which the fruits and the seeds reach the physiological maturity is extremely important for all species, as it helps plan the harvest and quality control, since these are dependent on the production of intrinsic, extrinsic and combining both. Thus, the study aimed to determine the physiological maturity of fruits and seeds of red pitaya with white pulp (*Hylocereus undatus*). For the study, the flowers were tagged at anthesis and the harvest began 21 days after, being held for 12 days, with a daily harvest of four fruits. The experimental design was the completely randomized, with four replications. The physiological maturity of fruit was evaluated from physical characteristics, as longitudinal length; equatorial diameter of fruit without squama; thickness of pericarp; thickness of pulp; mass of fruit; mass of pulp; mass of pericarp; percentage of pericarp; percentage of pulp; relationship pulp/pericarp; color index of the pericarp; color Hue angle (h°); luminosity index (L^*); chroma (C^*); variation between blue and yellow (b^*) and variation between green and red (a^*); and chemical, such as the soluble solids; titratable acidity; pH and ratio. For seeds, maturation rates were determined by dry weight; degree of humidity; germination; speed index of germination; mean germination time; electrical conductivity; length of roots; length of shoots and seedling dry weight. The data were subjected to analysis of variance and study of polynomial regression to effect of days after anthesis and Pearson correlation ($p < 0.05$). The physiological maturity of fruits of *H. undatus* occurred from 30° to 32° days after anthesis (DAA), and the physiological maturity of seed between 28° and 31° DAA. For the fruits, the mass of pulp was the variable that most showed a strong correlation with the others analyzed; for the seeds, was the speed index of germination. The equatorial diameter of fruit was effective in identifying physiological maturity of seeds.

Keywords: Cactaceae. Days after anthesis. Maturation index. Physiological quality. Vigor.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 3.1 – Temperaturas mínimas e máximas e precipitação, diárias, entre o florescimento e a colheita dos frutos de pitaia. Londrina-PR	31
Figura 3.2 – Diâmetro equatorial (DE) de frutos de pitaia do 21° ao 32° dias após a antese (DAA). Londrina-PR, 2012	33
Figura 3.3 – Espessura de pericarpo (EPe) e de polpa (EPo) de frutos de pitaia do 21° ao 32° dias após a antese (DAA). Londrina-PR, 2012	34
Figura 3.4 – Massa de fruto (MF), de polpa (MPo) e de pericarpo (MPe) de frutos de pitaia do 21° ao 32° dias após a antese (DAA). Londrina-PR, 2012	34
Figura 3.5 – Porcentagem de pericarpo (%Pe) e de polpa (%Po) durante a maturação de frutos de pitaia do 21° ao 32° dias após a antese (DAA). Londrina-PR, 2012	36
Figura 3.6 – Relação polpa/pericarpo (Po/Pe) de frutos de pitaia do 21° ao 32° dias após a antese (DAA). Londrina-PR, 2012	37
Figura 3.7 – Índice de cor de pericarpo (CIRG) de frutos de pitaia do 21° ao 32° dias após a antese (DAA). Londrina-PR, 2012	37
Figura 3.8 – Ângulo de cor Hue (h°), índice de luminosidade (L^*), croma (C^*), variação entre azul e amarelo (b^*) e variação entre verde e vermelho (a^*) de pericarpo de frutos de pitaia do 21° ao 32° dias após a antese (DAA). Londrina-PR, 2012	39
Figura 3.9 – Teor de sólidos solúveis (SS) em frutos de pitaia do 21° ao 32° dias após a antese (DAA). Londrina-PR, 2012	41
Figura 3.10 – Acidez titulável (AT) em frutos de pitaia do 21° ao 32° dias após a antese (DAA). Londrina-PR, 2012	42
Figura 3.11 – <i>Ratio</i> (SS/AT) em frutos de pitaia do 21° ao 32° dias após a antese (DAA). Londrina-PR, 2012	44
Figura 3.12 – pH em frutos de pitaia do 21° ao 32° dias após a antese (DAA). Londrina-PR, 2012	45
Figura 4.1 – Temperaturas mínimas e máximas e precipitação, diárias, entre o florescimento e a colheita dos frutos de pitaia. Londrina-PR	53

Figura 4.2 – Diâmetro equatorial de frutos (DEF) de pitaia do 21º ao 32º dias após a antese (DAA). Londrina-PR, 2012	56
Figura 4.3 – Massa seca (MSS) e grau de umidade (GU) de sementes de pitaia do 21º ao 32º dias após a antese (DAA). Londrina-PR, 2012	56
Figura 4.4 – Germinação (%G), índice de velocidade (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) de sementes de pitaia do 21º ao 32º dias após a antese (DAA). Londrina-PR, 2012	58
Figura 4.5 – Condutividade elétrica (CE) de sementes de pitaia do 21º ao 32º dias após a antese (DAA). Londrina-PR, 2012	59
Figura 4.6 – Comprimento de raiz (CR) e de parte aérea (CPA) e massa seca de plântulas (MSP) de pitaia do 21º ao 32º dias após a antese (DAA). Londrina-PR, 2012.....	60

LISTA DE TABELAS

- Tabela 3.1** – Coeficiente de correlação (ρ) entre as variáveis: diâmetro equatorial (DE), espessura de pericarpo (EPe), espessura de polpa (EPo), massa de fruto (MF), massa de polpa (MPo), massa de pericarpo (MPe), porcentagem de pericarpo (%Pe), porcentagem de polpa (%Po), relação polpa/pericarpo (Po/Pe), índice de cor de pericarpo (CIRG), ângulo de cor Hue (h°), índice de luminosidade (L^*), croma (C^*), variação entre azul e amarelo (b^*), variação entre verde e vermelho (a^*), teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT (*ratio*) e pH de frutos de pitáia do 21º ao 32º dias após a antese (DAA). Londrina-PR, 201246
- Tabela 4.1** – Coeficiente de correlação (ρ) entre as variáveis: diâmetro equatorial de fruto (DEF), massa seca de sementes (MSS), grau de umidade (GU), germinação (%G), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), condutividade elétrica (CE), comprimento de raiz (CR), comprimento de parte aérea (CPA) e massa seca de plântulas (MSP) de pitáia do 21º ao 32º dias após a antese (DAA). Londrina-PR, 201262

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 CACTACEAE: DESCRIÇÃO E IMPORTÂNCIA.....	14
2.2 PITAIA.....	15
2.2.1 Origem e Morfologia	15
2.2.2 Produção e Importância econômica.....	18
2.2.3 Propagação	19
2.3 MATURAÇÃO.....	20
2.3.1 Maturação de frutos	20
2.3.2 Maturação de sementes	24
3 ARTIGO A: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS NA MATURIDADE FISIOLÓGICA DE FRUTOS DE PITAIA	27
3.1 RESUMO.....	27
3.2 ABSTRACT.....	28
3.3 INTRODUÇÃO.....	28
3.4 MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
3.6 CONCLUSÕES.....	49
4 ARTIGO B: MATURIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE PITAIA E CORRELAÇÃO COM DIÂMETRO EQUATORIAL DE FRUTO	50
4.1 RESUMO.....	50
4.2 ABSTRACT.....	50
4.3 INTRODUÇÃO.....	51
4.4 MATERIAL E MÉTODOS.....	52
4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
4.6 CONCLUSÕES.....	64
CONCLUSÕES	65
REFERÊNCIAS	66

1 INTRODUÇÃO

A fruticultura está em constante evolução no que diz respeito à introdução de novas variedades e espécies para a comercialização, a qual tem sido impulsionada pela conscientização da população em busca de uma alimentação mais saudável.

A pitia (*Hylocereus undatus* (Haworth) Britton & Rose), frutífera pertencente à família Cactaceae, é originária da América Tropical e Subtropical. Há algumas décadas esta espécie era pouco conhecida; no entanto, vem ocupando um crescente nicho no mercado de frutas exóticas, mostrando-se promissora para o cultivo (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006).

As características organolépticas, aliada às propriedades nutracêuticas, faz da pitia um produto de aceitação nos mercados consumidores. Além disso, a rusticidade da planta e o valor comercial agregado dos frutos têm contribuído para a expansão do cultivo dessa espécie, o que a torna atrativa aos fruticultores.

Em relação à produção de frutos, sabe-se que esta é dependente de fatores intrínsecos, extrínsecos e da combinação de ambos e a sua qualidade organoléptica e nutricional depende do grau de maturação. Sendo assim, o estágio de maturação dos frutos no momento da colheita tem influência na sua qualidade final, interferindo na pós-colheita, visto que, quando colhidos imaturamente são susceptíveis às desordens fisiológicas, como o resultado da desorganização das células e da ruptura da parede celular. No entanto, sua colheita em estágio sobremaduro, favorecerá a senescência, causando perdas quantitativas e qualitativas.

Portanto, torna-se necessário determinar com precisão o momento em que o fruto alcança a maturidade fisiológica, podendo ser identificada por parâmetros físicos (comprimento longitudinal, diâmetro equatorial, espessura, massa e cor) ou químicos (teor de sólidos solúveis, acidez titulável, *ratio* e pH).

Assim como nos frutos, identificar a época ideal para a colheita das sementes, ou seja, o estágio de sua máxima qualidade, é essencial quando se tem o intuito de garantir a máxima germinação e vigor das mesmas. Esta identificação pode ser realizada por meio do estudo denominado índice de maturação, a partir de testes, a exemplo de germinação, comprimento de plântulas, condutividade elétrica,

entre outros, que permitem inferir o estágio de desenvolvimento da semente. Contudo, para a determinação do ponto de colheita, tanto de frutos como de sementes, um dos critérios mais utilizados é o número de dias da antese até o desenvolvimento pleno do fruto.

Em função dos estudos ainda restritos, pouco se sabe dos índices de colheita e do comportamento pós-colheita de frutos e sementes de pitaiá. As informações disponíveis são insuficientes para prescrever sua qualidade e vida de prateleira, pois em muitas frutíferas, a maturidade fisiológica de sementes não coincide com a de frutos.

Dessa forma, determinar o período em que os frutos e as sementes alcançam a maturidade fisiológica torna-se substancial quando visa otimizar sua colheita e qualidade, visto que estudos realizados nas condições edafoclimáticas brasileiras são escassos. O trabalho teve como objetivo determinar a maturidade fisiológica de frutos e sementes de pitaiá vermelha de polpa branca (*H. undatus*).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CACTACEAE: DESCRIÇÃO E IMPORTÂNCIA

A família Cactaceae (eudicotiledônea) compreende entre 120 a 200 gêneros e de 1.500 a 2.000 espécies, das quais, aproximadamente, 80 espécies, pertencentes a 15 gêneros, possuem aptidão agrícola. Destas, 35 espécies apresentam potencial no cultivo para a obtenção de frutos e como planta forrageira, sendo que a maioria dos cactos produz frutos comestíveis. No Brasil, há cerca de 40 gêneros e 200 espécies (MIZRAHI; NERD; NOBEL, 1997; KIESLING, 2001; TAYLOR; ZAPPI, 2004; SOUZA; LORENZI, 2012).

Encontradas especialmente em regiões tropicais, áreas quentes e secas (ARRUDA; MELO-DE-PINNA; ALVES, 2005; LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006), a família apresenta distribuição neotropical (JUDD et al., 2008; SOUZA; LORENZI, 2012). Nativas do continente americano, são observadas desde o Canadá até o Chile, mas é no México que se tem a maior diversidade entre as regiões áridas desse continente (FRÁGUAS et al., 2008). Mesmo com uma representatividade de inúmeras espécies, a pesquisa com esse grupo de plantas ainda é restrita e, provavelmente, o México é o país com maior número de estudos (MARQUES, 2010).

As plantas pertencentes a essa família são geralmente xerofíticas, com aréola, flores solitárias e vistosas, caule e ramos suculentos e folhas reduzidas ou ausentes, frequentemente modificadas em espinhos (JUDD et al., 2008; SOUZA; LORENZI, 2012). Desenvolvidas fisiologicamente, adaptaram a sua forma de respirar para evitar a perda de água durante o dia. Possuem crescimento lento e, a maior parte do tempo armazenam água nos seus tecidos. Esse fator dificulta os estudos sobre as espécies desse táxon, uma vez que várias delas podem levar anos ou, mesmo, décadas até atingirem a maturidade e, finalmente, começarem a se multiplicar de forma sexuada (FAO, 2001).

Com as mudanças climáticas que vêm ocorrendo em todas as regiões do mundo e, principalmente, pela crescente falta de água em muitas áreas, essas plantas terão uma importância significativa para o futuro da humanidade. Não há como negar a habilidade delas para produzir em condições de recursos hídricos limitados (MIZRAHI; NERD; SITRIT, 2002).

As cactáceas possuem importância econômica, principalmente pelo valor ornamental e forrageiro. No que diz respeito à agropecuária, algumas espécies são utilizadas na alimentação de bovinos, caprinos e ovinos, principalmente na época de estiagem (ROCHA; AGRA, 2002). Muito apreciadas por suas belas flores, a procura no mercado está crescendo, principalmente no paisagismo. Além disso, têm sido utilizadas na gastronomia e na indústria, como de bebidas, de cosmetologia, entre outras. Assim, as pesquisas com espécies pertencentes a essa família estão sendo intensificadas, com o intuito de obter informações quanto a sua fisiologia e formas de cultivo.

2.2 PITAIA

2.2.1 Origem e Morfologia

A pitáia, pertencente à família cactaceae, é originária da América Tropical e Subtropical, cuja adaptabilidade às diversas condições ambientais tem favorecido sua introdução em países com diferenças edafoclimáticas (MIZRAHI; NERD; SITRIT, 2002; TEL-ZUR et al., 2004), sendo agrupada em quatro gêneros: *Stenocereus* Britton & Rose; *Cereus* Mill. (cactáceas colunares); *Selenicereus* (A. Berger) Riccob e *Hylocereus* Britton & Rose (cactáceas epífitas) (ZEE; YEN; NISHINA, 2004; LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006).

As palavras antilhanas pitahaya ou pitaya, que significam fruto coberto por escamas, é a denominação empregada tanto para a planta como para o fruto (RODRÍGUEZ CANTO, 1993; ZEE; YEN; NISHINA, 2004). O nome vulgar da cultura sofreu modificações no Brasil, com escrita diferente, pitáia, porém com mesma sonoridade (LORENZI et al., 2006).

Dentre os múltiplos nomes existentes para essa espécie, destaca-se rainha-da-noite, devido à característica de suas flores abrirem apenas à noite e fecharem-se nas primeiras horas do dia seguinte. Nos países do oriente é conhecida como fruta-dragão, pela semelhança das suas brácteas externas com as escamas características da figura do dragão (MIZRAHI; NERD, 1999; MERÁZ ALVARADO; GÓMEZ CRUZ; SCHWENTESIUS RINDERMANN, 2003). Também é conhecida na língua inglesa como strawberry pear, na Colômbia como flor de cáliz e pitajaya e pāniniokapunahou ou pāpipi pua, no Havai (ZEE; YEN; NISHINA, 2004); além de

moonflower e queen of the night, devido à beleza de suas flores, sendo considerada uma das mais belas do mundo (MIZRAHI; NERD, 1999).

A pitiaia é uma planta epífita, rupícola ou terrestre ramificada, perene e suculenta. O grupo taxonômico *Hylocereus* é diploide, como na maioria dos cactos, caracterizada por plantas de hábito escandente ou trepador, cresce tanto em árvores quanto em rochas (ORTÍZ-HERNÁNDEZ, 2000).

O caule é classificado morfologicamente como cladódio, segmentado, com ramos trigonos ou trialados, podendo atingir até 35 m de comprimento e 5 a 7 cm de diâmetro, com asas de, aproximadamente, 2,3 cm de altura (RODRÍGUEZ CANTO, 1993). O cladódio é suculento, esverdeado, com função fotossintetizante, ou grisáceo, com o envelhecer, devido à cera que o recobre, com bordos agudos, crenados e córneos (DONADIO, 2009). É desprovido de folhas verdadeiras, porém, há folhas modificadas, os espinhos (PAULA; RIBEIRO, 2004; SOCHA, 2007). Nos talos há aréolas de 2 a 3 cm de diâmetro, distantes de 3 a 5 cm entre si, com 3 a 6 espinhos cada uma, com 1 a 4 mm, subaladas com base dilatada em um bulbo (DONADIO, 2009).

Dos cladódios, nos espaços intercostais, são originadas numerosas raízes adventícias que contribuem na absorção de nutrientes e na fixação da planta ao suporte, onde é conduzida, sem ação parasítica (RODRÍGUEZ CANTO, 1993; ORTÍZ-HERNÁNDEZ, 2000). O sistema radicular é fasciculado e superficial, porém, com grande capacidade de extração de nutrientes do solo, mesmo quando estes se encontram em baixas concentrações (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006).

A flor é completa, andrógina, solitária, lateral, de coloração branca ou rosada, grande (de 20 a 35 cm de diâmetro) e aromática. Contém numerosos estames, tendo sido contados acima de 800 em uma só flor, arranjados em duas fileiras ao redor do pistilo, formado por 14 a 28 estiletos de cor creme. As sépalas são de cor verde claro e o pólen é abundante e de cor amarela (CRANE; BALERDI, 2005; LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006; DONADIO, 2009).

Em *H. undatus*, os botões florais são formados pouco antes da antese, apresentando um rápido desenvolvimento, cerca de três semanas (NERD; TEL-ZUR; MIZRAHI, 2002). A antese é noturna, com duração de, aproximadamente, 15 horas. O máximo da abertura da flor ocorre entre as 23:00 e 1:00 h. A emissão dos botões florais ocorre nas aréolas, aparecendo um botão em cada uma delas e uma única vez, não desenvolvendo, nesta região, mais nenhum órgão reprodutivo,

nem vegetativo (MARQUES, 2010). As aréolas são pontos salientes ou deprimidos, onde estão localizadas as gemas axilares. Para evitar a autopolinização, as flores de *H. undatus* possuem o estigma mais elevado que as anteras (MARQUES, 2008).

O fruto é do tipo baga, de formato globoso ou subgloboso, mede de 10 a 20 cm de diâmetro, com massa variando de 200 a 1.000 g, com média de 350 a 450 g (NERD; MIZRAHI, 1997). Sua formação se dá a partir do desenvolvimento do ovário (MIZRAHI; NERD, 1999).

De acordo com a espécie, os frutos podem apresentar características diversificadas, como, por exemplo, formato, presença de espinhos e cor do pericarpo e da polpa, refletindo em alta variabilidade genética (JUNQUEIRA et al., 2010). O pericarpo pode ter tonalidade rosa, vermelha ou amarela, com escamas foliares (brácteas), variando em número e comprimento, o qual é formado a partir do receptáculo que circunda o ovário (MIZRAHI; NERD, 1999). A polpa é succulenta, de cor branca, vermelha ou magenta, com, aproximadamente, 18 °Brix (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006; LORENZI et al., 2006; LIVERA-MUÑOZ et al., 2010).

Os frutos seguem um padrão de respiração que os dividem em climatéricos e não climatéricos. A este respeito, alguns estudos realizados com pitiaia concluíram que esta se encontra dentro do grupo dos climatéricos (CHÁVEZ; STEVENSON, 1992; GARNICA; QUINTERO, 1994; CAMARGO; MOYA, 1995; RUDAS, 1995). Porém, outros autores, baseados na baixa concentração de etileno obtida em seus experimentos, classificam como não climatérico (NERD; MIZRAHI, 1997, 1999; ZEE; YEN; NISHINA, 2004; ARÉVALO-GALARZA; ORTÍZ-HERNÁNDEZ, 2004).

As sementes encontram-se distribuídas numerosamente em toda a polpa, com, aproximadamente, 3 mm de diâmetro, coloração escura, de formato obovado, lisa, brilhante e com elevada capacidade de germinação (CRANE; BALERDI, 2005; LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006; ANDRADE; MARTINS; SILVA, 2007). Weiss, Nerd e Mizrahi (1994); Nerd e Mizrahi (1997) observaram correlação positiva entre a massa de fruto e o número de sementes.

2.2.2 Produção e Importância Econômica

As espécies de pitáia mais difundidas são a de pericarpo vermelho (*Hylocereus* spp.), cujos frutos podem possuir polpa branca (*Hylocereus undatus* (Haworth) Britton & Rose) ou vermelha (*H. polyrhizus* (Weber) Britton & Rose) e a de pericarpo amarelo (*Selenicereus megalanthus* (Schum) Britton & Rose) (ORTÍZ-HERNÁNDEZ, 2000; NERD; TEL-ZUR; MIZRAHI, 2002; LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006).

Dentre estas, *H. undatus* é a mais cultivada mundialmente (NERD; TEL-ZUR; MIZRAHI, 2002), em países da Oceania (Austrália e Nova Zelândia), da Ásia (Indonésia, Filipinas, Vietnã, Camboja, Tailândia, China, Coreia, Taiwan, Japão e Israel), da Europa (Espanha), da América do Norte (Estados Unidos e México), da América Central (Guatemala, El Salvador, Nicarágua, Costa Rica e Panamá) e da América do Sul (Colômbia, Venezuela, Equador, Peru, Uruguai e Brasil) (RODRÍGUEZ CANTO, 1993; MIZRAHI; NERD, 1999).

A Colômbia e o México são os principais produtores mundiais, onde o fruto é tradicionalmente consumido, assim como na Nicarágua e no Vietnã (JUNQUEIRA et al., 2010; CAVALCANTE et al. 2011). Há algumas décadas a pitáia era pouco conhecida e a partir da década de 90 recebeu maior atenção, ocupando um crescente nicho no mercado de frutas exóticas, pertencendo ao grupo de frutíferas tropicais consideradas promissoras para o cultivo (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006).

O interesse por esta fruta aumenta, por parte dos consumidores, em razão de suas características organolépticas e propriedades nutracêuticas (SILVA; MARTINS; APARECIDA de ANDRADE, 2006; ANDRADE; MARTINS; SILVA, 2008), sendo considerada uma fruta nutritiva, podendo ser consumida tanto *in natura*, ou como matéria-prima de uma gama de produtos industrializados (ESQUIVEL, 2004). Algumas espécies são ricas em antioxidantes, vitaminas e fibras, além de serem fonte de vitamina A, fósforo, cálcio, potássio e sódio, com valor calórico de 38 kcal 100 g⁻¹ polpa (CRANE; BALERDI, 2005; WU et al., 2006; ESQUIVEL; STINTZING; CARLE, 2007a; GUNASENA; PUSHPAKUMARA; KARIYAWASAM, 2007).

No Brasil, o valor comercial agregado da pitáia desperta a atenção dos fruticultores, sendo uma alternativa para o cultivo. Ademais, devido a sua rusticidade, tem se tornado uma opção em áreas restritas, com altas temperaturas,

baixo índice pluviométrico, solos arenosos e pedregosos (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006; MOREIRA et al., 2011; SILVA; MARTINS; CAVALLARI, 2011). No entanto, há estudos sobre as condições ideais para seu desenvolvimento com 1.200 a 2.000 mm de precipitação anual, temperaturas entre 14 e 26°C, sombreamento de 40 a 60% e solos com pH entre 5,5 e 6,5 (RAVEH; NERD; MIZRAHI, 1998; MIZRAHI; NERD, 1999).

A produtividade média da pitiaia é variável de acordo com as condições edafoclimáticas, as técnicas de cultivo e a idade do pomar, podendo variar de 10 a 30 t ha⁻¹ (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006). Vaillant et al. (2005) afirmam que na Nicarágua, cultivos bem conduzidos podem produzir até 26 t ha⁻¹. No Brasil, a região Sudeste destaca-se na produção, principalmente em Catanduva-SP, com produtividade média anual de 14 t ha⁻¹ no período de dezembro a maio (BASTOS et al., 2006).

2.2.3 Propagação

A propagação da pitiaia pode ser feita por meio de sementes ou estruturas vegetativas, destacando-se a estaquia, enxertia e micropropagação. As sementes são importantes para obtenção de informações genéticas, devido a sua variabilidade, apresentando características desejáveis que possam ser aproveitadas na seleção de genótipos, tais como produtividade, aparência externa, coloração de polpa e melhor adaptação às diferentes condições climáticas, sendo utilizadas, principalmente, em programas de melhoramento genético e variabilidade de germoplasma (ANDRADE et al. 2008; SILVA; MARTINS; CAVALLARI, 2011). Além disso, apresenta porcentagem de germinação de 83 a 95% (ORTÍZ-HERNÁNDEZ, 2000; ELOBEIDY, 2006) e menor possibilidade de transmitir doenças (VERHEIJ, 2005).

O conhecimento das características morfológicas das sementes é importante para a manutenção da biodiversidade, sendo fundamental para a compreensão e a descrição do processo de germinação (OLIVEIRA; SCHLEDER; FAVERO, 2006). Sabe-se que o percentual germinativo é dependente de fatores internos e externos relativos às sementes, dos quais a água, a temperatura, o oxigênio e a luz são os mais importantes (BASKIN; BASKIN, 1998); porém todo o processo ocorrerá normalmente se não houver restrição durante os estágios de

desenvolvimento (WAGNER JÚNIOR et al., 2007). Apesar do aumento considerável de estudos da análise de sementes em espécies frutíferas, a maioria delas carece de subsídios básicos referentes às condições ideais de germinação (OLIVEIRA; ANDRADE; MARTINS, 2005).

2.3 MATURAÇÃO

A produção de frutos de cactáceas é dependente de fatores intrínsecos, extrínsecos e da combinação de ambos e, a sua qualidade organoléptica e nutricional são dependentes do estágio de maturação (CENTURION YAH et al., 1999, 2000; VÁZQUEZ-SÁNCHEZ; TERRAZAS; ARIAS, 2005). No entanto, a maturação de frutos é um dos eventos menos descritos nos modelos de fenologia vegetal (CHUINE; KRAMER; HÄNNINEN, 2003).

O período de florescimento anual da pitaia está relacionado à região de cultivo, por ser uma espécie dependente de fotoperíodo, caracterizada como de dias longos (NERD; TEL-ZUR; MIZRAHI, 2002; LUDERS; McMAHON, 2004). Todavia, observa-se a importância da determinação do período em que os frutos alcançam a maturidade fisiológica, visando otimizar a colheita e obter produto de qualidade, tendo em vista que as condições edafoclimáticas podem apresentar influência durante o desenvolvimento de frutos e sementes.

2.3.1 Maturação de Frutos

Os frutos passam por uma série de transformações endógenas durante o seu processo de desenvolvimento (AWAD, 1993). O amadurecimento de frutos é um processo complexo e geneticamente programado, que resulta em alterações na sua coloração, no aroma, na textura e no sabor, os quais são importantes na sua aceitação para o consumo. Contudo, há necessidade de determinar o ponto de colheita, considerando que a sua falta de caracterização constitui em uma importante causa de perda pós-colheita em produtos hortícolas (AYUB et al., 1996).

O estágio de maturação no momento da colheita tem influência na qualidade final do fruto, interferindo na vida útil pós-colheita. Colheitas realizadas antes que os frutos atinjam completa maturidade fisiológica prejudicam o processo

de amadurecimento, afetando a sua qualidade, sendo susceptíveis às desordens fisiológicas, como o resultado da desorganização das células e da ruptura da parede celular. Por outro lado, frutos colhidos em estágio sobremaduro entram rapidamente em senescência, reduzindo a vida útil e dificultando o manuseio, o armazenamento e o transporte. Devido a sua baixa resistência física, são ainda sensíveis às injúrias e doenças, causando perdas quantitativas e qualitativas (KAYS, 1991; BLEINROTH, 1996; MANICA et al., 2000; CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Em função da importância da determinação do estágio adequado para a colheita de frutos, torna-se necessário avaliar o seu padrão de crescimento e de desenvolvimento a partir do florescimento. Este procedimento auxilia no estabelecimento de índices de maturação, baseados tanto nas variações ambientais quanto nas varietais, além de ser prático, para que possa ser utilizado de maneira eficiente pelos produtores (CAVALINI, 2004; CASTRO; GODOY; CARDOSO, 2008).

Para que a colheita seja efetuada no momento correto, é fundamental determinar com precisão o estágio de maturidade fisiológica do fruto, podendo ser identificado por parâmetros físicos, como comprimento longitudinal, diâmetro equatorial, massa, forma, cor e firmeza; ou químicos, a partir do teor de sólidos solúveis, acidez titulável, pH, entre outros (PIÑA-RODRIGUES; AGUIAR, 1993; CASTRO; GODOY; CARDOSO, 2008). Entretanto, um dos critérios mais utilizados na determinação do ponto de colheita é o número de dias da antese até o desenvolvimento pleno do fruto (WARRINGTON et al., 1999).

Os estágios de maturação de diversos frutos são definidos pela cor da casca, sendo utilizado pelo consumidor para julgar a maturidade (KAYS, 1991; AWAD, 1993; CAVALINI, 2004) e pelo tamanho do fruto (ALVES et al., 2005; LOPES; DIAS; PEREIRA, 2005). Apesar disso, a determinação da fase de maturidade fisiológica com base apenas na aparência do fruto é empírica, por ser uma medida subjetiva, sujeita às variações e erros. A coloração da casca está estreitamente relacionada à maturação dos frutos e às condições climáticas durante o período de cultivo (THÉ et al, 2001).

Durante a maturação, várias transformações bioquímicas ocorrem nos frutos, entre elas o aumento dos sólidos solúveis (SS) e a redução da acidez titulável (AT), pois existe uma relação entre ambas e o estágio de maturação do fruto (HARDENBURG; WATADA; WANG, 1986). O teor de sólidos solúveis representam os compostos solúveis em água presentes nos frutos, como açúcares, vitaminas,

ácidos, aminoácidos e algumas pectinas. Esse teor é dependente do estágio de maturação no qual o fruto é colhido, e geralmente, aumenta durante a evolução da maturação pela biossíntese ou degradação de polissacarídeos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Segundo Esteves e Carvalho (1982), o aumento do grau de doçura durante a maturação está relacionado com a formação e o acréscimo contínuo de frutose.

De acordo com Cavalini (2004), o *ratio* fornece um indicativo do sabor do fruto, pois relaciona a quantidade de açúcares e ácidos presentes. Esta relação tende a aumentar durante a maturação, devido ao acréscimo dos teores de açúcares e à diminuição dos ácidos. Porém, Chitarra e Chitarra (2005) recomendam ter cautela em estabelecer esta relação, pois frutas insípidas, contendo baixos teores de sólidos solúveis e ácidos, apresentam relação elevada, o que pode conduzir a interpretações errôneas quanto à qualidade. Segundo Osuna Enciso et al. (2011), o aumento do *ratio*, em frutos de pitáia, se deve a redução drástica da AT, não sendo um indicador de qualidade, já que os SS não aumentam.

Para o maracujá (*Passiflora* sp.), a mudança na coloração do pericarpo é o critério mais utilizado pelo consumidor e produtor para julgar o grau de maturação e a época de colheita do fruto, respectivamente, uma vez que esta reflete as alterações físico-químicas que acompanham seu processo de amadurecimento (ROJAS; MEDINA, 1996; SALOMÃO, 2002). Ruggiero et al. (1996) relataram que o ponto de colheita para esta espécie ocorre entre 50 e 60 dias após a antese (DAA) e que frutos com mais de 80 dias perdem massa rapidamente, com vida útil reduzida. Araújo et al. (1974) verificaram que os frutos de maracujá, aos 60 DAA, apresentam as maiores porcentagens de SS, constatando um decréscimo após esse período, justificando-o como resultado do aumento da atividade respiratória com a aproximação da colheita, num processo que utiliza açúcares como substrato.

As principais variáveis utilizadas para a determinação da qualidade pós-colheita de melão (*Cucumis melo* L.) e sua aceitação direta pelo consumidor final são o teor de SS e sua aparência. Nesta espécie, o conteúdo de açúcar é diretamente proporcional ao tempo em que o fruto permanece ligado à planta, mas, o estágio de maturação é inversamente proporcional ao tempo de conservação pós-colheita (MUTTON; CULLIS; BLAKENEY, 1981; WELLES; BUITELAAR, 1988), sendo, portanto, necessário colher os frutos em estágio de maturação que possibilite maior qualidade e tempo de conservação pós-colheita.

Em conformidade com Corrales García (2003), pouco se sabe dos índices de colheita e do comportamento pós-colheita de frutos de pitaia, assim como dos parâmetros de qualidade para as diferentes espécies cultivadas. Porém, sabe-se que alguns aspectos são importantes no momento da colheita, a exemplo da cor de pericarpo, que é o mais determinante, além do teor de sólidos solúveis, acidez e o tempo que transcorre da floração até a colheita (NERD; GUTMAN; MIZRAHI, 1999).

Centurion Yah et al. (2008) ao avaliarem as mudanças físicas, químicas e sensoriais em frutos de pitaia (*H. undatus*) durante o seu desenvolvimento, em Yucatán-México, observaram que a maturidade fisiológica de frutos ocorreu entre o 25º e o 31º dia após a abertura floral. Neste período, a cor do pericarpo variou de verde claro mesclado com tonalidades vermelhas incipientes, até vermelho púrpura, em toda sua superfície. Aos 31 DAA, o crescimento ainda era ativo, embora essa idade foi considerada limite de colheita, a fim de evitar o craqueamento do pericarpo. Durante a evolução da maturação ocorreu acúmulo da porção comestível do fruto e incrementos no conteúdo de açúcares redutores e de sólidos solúveis, assim como o *ratio*, no entanto, a firmeza e a acidez reduziram. Contudo, os autores concluíram que houve a percepção da variação do sabor de agri-doce a doce, sendo os frutos colhidos entre o 29º e o 31º DAA, os mais aceitos pelos consumidores.

Castillo-Martínez e Ortiz-Hernández (1994) notaram que o início da maturação de frutos de pitaia é caracterizado pela mudança de cor do pericarpo, entre os 24 e 25 DAA, sendo que o período de desenvolvimento dos frutos de *H. undatus*, em Oaxaca-México, ocorre de maio a setembro, com maturidade fisiológica do 31º ao 41º DAA. Resultados similares foram obtidos por Nerd, Gutman e Mizrahi (1999), os quais reportaram que, em frutos de *H. undatus*, o início de mudança de cor também ocorre do 24º ao 25º DAA, e após quatro a cinco dias, tornam-se completamente vermelhos, constatando que o desenvolvimento da cor de pericarpo se relaciona com o conteúdo de SS.

To et al. (2002) afirmam que a colheita do fruto de *H. undatus* deve ser efetuada quando estes adquirem a cor vermelha, dos 28 aos 30 DAA, período em que verificaram a maturidade fisiológica de frutos. Além disso, os mesmos autores propuseram que o melhor indicador de sabor em pitaia é a relação SS/AT, cujo valor ideal é próximo de 40. Todavia, Merten (2003) indicou que na Califórnia-

Estados Unidos, a maturação da pitáia ocorre entre 40 e 45 DAA, tempo em que os frutos alcançaram o nível máximo de SS, de 13 a 16 °Brix.

2.3.2 Maturação de Sementes

As sementes se desenvolvem a partir de óvulos fertilizados que passam por uma série de transformações até que a maturidade fisiológica seja atingida, quando cessa a translocação de assimilados da planta para a semente. Neste ponto, o conteúdo de massa seca da semente é máximo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Ainda assim, a semente pode ou não ter atingido os valores máximos de germinação e vigor (VIDIGAL et al., 2006).

A época ideal para a colheita e o estágio de máxima qualidade das sementes é identificada por meio do estudo e do estabelecimento de alguns parâmetros, denominados índices de maturação, ou seja, de métodos práticos que permitem inferir o estágio de desenvolvimento do fruto e da semente (SOUZA; LIMA, 1985; PIÑA-RODRIGUES; AGUIAR, 1993). Tal prática é de fundamental importância para todas as espécies, pois auxilia o planejamento da colheita no processamento, na secagem, no armazenamento e no controle de qualidade (ALVES et al., 2005; IOSSI et al., 2007), tornando possível determinar a época adequada de colheita, a fim de garantir o máximo poder germinativo e vigor das sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Para isso, vários autores recomendam proceder à etiquetagem das flores na antese e a coleta periódica das sementes, a fim de acompanhar os índices de maturação, que são modificações morfológicas, físicas e fisiológicas, como teor de água, tamanho, forma, cor, massa fresca e seca, capacidade germinativa e vigor. Com o desligamento das sementes da planta-mãe, cessa a translocação de fotossintetizados, ocorrendo alterações fisiológicas que levam à desidratação das sementes (POPINIGIS, 1985; PIÑA-RODRIGUES; AGUIAR, 1993; MARCOS FILHO, 2005; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Esses parâmetros, além de permitir estabelecer o ponto de maturidade fisiológica da semente, auxiliam na avaliação da extensão de sua deterioração em condições de campo (BARBEDO et al., 1994), pois uma vez atingida a qualidade máxima, inicia-se o processo de senescência, provocando redução gradativa da sua qualidade fisiológica (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Apesar disso, há controvérsias quanto à ocorrência de máxima qualidade durante o desenvolvimento e maturação de sementes (AROUCHA et al., 2005).

Vários autores concluíram que os estádios de maturidade fisiológica e de máximo vigor e germinação são praticamente coincidentes e indicados como o ponto ideal para a colheita. Segundo Marcos Filho (2005), o fim do período de repouso fisiológico da semente é sucedido pelo início do processo de germinação. Para Popinigis (1985); Carvalho e Nakagawa (2012), a maturidade fisiológica é atingida quando a semente apresenta máxima massa seca e acentuada redução no grau de umidade, alterações visíveis no aspecto externo de frutos e sementes, que culmina com excelsa capacidade germinativa e vigor das mesmas, estando aptas a desempenharem as funções fisiológicas que lhe são inerentes.

O vigor de uma semente, durante a maturação, é uma característica que acompanha o acúmulo de massa seca. Assim, uma semente atingiria a maturidade fisiológica quando apresentasse a máxima massa seca, ou seja, quando a germinação e o vigor das sementes alcançam o apogeu (POPINIGIS, 1985; LIN, 1988; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Conforme Demir e Ellis (1992), a qualidade máxima da semente de algumas espécies é obtida simultaneamente com o ápice da massa seca, enquanto que para outras pode ser verificado antes ou após tal ponto. A evolução dessa característica se faria de maneira semelhante à da germinação, isto é, tenderia a se manter no mesmo nível ou decresceria, na dependência de fatores ambientais e do modo e momento da colheita (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Alguns trabalhos têm mostrado aumentos significativos na qualidade fisiológica das sementes durante o desenvolvimento do fruto, sendo mais pronunciada quando este apresenta mudança de coloração (DEMIR; ELLIS, 1992; VALDES; GRAY, 1998; PEREIRA, 2004). Segundo Valdes e Gray (1998), a germinação das sementes de tomate (*Lycopersicon lycopersicum* (L.) Karsten) teve seu cúmulo em frutos com coloração externa ainda verde, mas com coloração interna já avermelhada, permanecendo elevada até o estágio completamente maduro. Só que, a maior velocidade de germinação foi observada nas sementes extraídas de frutos colhidos maduros (completamente vermelhos) e o atraso na colheita levou à deterioração das sementes.

Sabe-se que a época de colheita do fruto nem sempre coincide com o pleno vigor das sementes, principalmente para os frutos carnosos, sendo

necessário, conhecer a fase em que ocorre a maturidade fisiológica das sementes, visto que nem sempre equipara à completa maturação “visual” do fruto. Em pimentão (*Capsicum annuum* cv. Avelar), de acordo com Mantovani et al. (1980), sementes provenientes de frutos não totalmente maduros, ou seja, no início da mudança de cor (50 DAA), já encontravam-se no ponto de maturidade fisiológica. Outro aspecto importante comprovado em trabalhos com abóbora - *Cucurbita spp* (ARAÚJO; MANTOVANI, SILVA, 1982; PEDROSA et al., 1987) e melancia - *Citrullus lanatus* (ALVARENGA et al., 1984) é que após a colheita dos frutos e posterior período de armazenamento, as sementes imaturas completaram seu desenvolvimento, atingindo índices máximos de germinação e vigor.

A associação de diferentes índices de maturação tem permitido uma melhor avaliação do ponto de maturidade fisiológica de sementes de diferentes espécies, na obtenção de lotes com maior qualidade e na identificação do ponto de máximo acúmulo de massa seca, ou ponto de maturidade de massa (EGLI, 1998). Em virtude disso, os pesquisadores procuram associar quatro ou mais índices, para determinar a maturidade fisiológica de sementes (BARBOSA, 1990).

3 ARTIGO A

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS NA MATURIDADE FISIOLÓGICA DE FRUTOS DE PITAIA

3.1 RESUMO

Resumo: A produção de frutos de cactáceas é dependente de fatores intrínsecos, extrínsecos e da combinação de ambos, sendo que a sua qualidade organoléptica e nutricional são decorrentes do estágio de maturação. O trabalho teve como objetivo analisar as características físicas e químicas durante a evolução da maturação de frutos de pitaia (*Hylocereus undatus*), a fim de determinar o seu ponto de maturidade fisiológica. Para o estudo, as flores foram etiquetadas na antese e a coleta iniciou-se 21 dias após, sendo realizada durante 12 dias, com a colheita diária de quatro frutos. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. A maturidade fisiológica foi avaliada a partir de características físicas como comprimento longitudinal; diâmetro equatorial de fruto sem escama; espessura de pericarpo e de polpa; massa de fruto, de polpa e de pericarpo; porcentagem de pericarpo e de polpa; relação polpa/pericarpo; índice de cor de pericarpo; ângulo de cor Hue (h°); índice de luminosidade (L^*); croma (C^*); variação entre azul e amarelo (b^*) e variação entre verde e vermelho (a^*); e químicas, a exemplo do teor de sólidos solúveis; acidez titulável; *ratio* e pH. Os dados foram submetidos à análise de variância e estudo de regressão polinomial para efeito de dias após a antese e ainda correlação de Pearson ($p < 0,05$). A maturidade fisiológica de frutos de *H. undatus* ocorreu entre os 30 e 32 DAA. No 30º DAA os frutos tornaram-se completamente vermelhos, com intensificação da tonalidade aos 31-32 DAA, tendo em vista o acréscimo do índice de cor de pericarpo e da variação entre verde e vermelho e o declínio do ângulo de cor Hue, alcançando valores correspondentes à cor vermelha. Aos 31 DAA o teor de sólidos solúveis atingiu o apogeu; e aos 32 DAA houve acréscimo da relação polpa/pericarpo, decréscimo da massa de pericarpo, além da acidez titulável, do pH e do *ratio* alcançarem valores recomendados para a espécie. Durante a evolução da maturação, observou-se aumento do diâmetro equatorial; espessura de polpa; massa de fruto e de polpa; porcentagem de polpa e do croma; e redução na espessura e porcentagem de pericarpo; índice de luminosidade e variação entre azul e amarelo. A massa de polpa foi a variável que mais apresentou forte associação com as demais analisadas.

Palavras-chave: Cactaceae. Dias após a antese. *Hylocereus undatus*. Qualidade de frutos.

3.2 ABSTRACT

Abstract: The production of the fruit of cactus is dependent on factors intrinsic, extrinsic and of the combination of both, and its organoleptic and nutritional quality are due the stadium of maturation. The study aimed to analyze the physical and chemical characteristics during the ripening of fruit of pitaya (*Hylocereus undatus*) in order to determine their physiological maturation. For the study, the flowers were tagged at anthesis and the harvest began 21 days after, being held for 12 days, with a daily harvest of four fruits. The experimental design was the completely randomized, with four replications. The physiological maturity was evaluated from physical characteristics such as longitudinal length; equatorial diameter of fruit without squama; thickness of pericarp; thickness of pulp; mass of fruit; mass of pulp; mass of pericarp; percentage of pericarp; percentage of pulp; relationship pulp/pericarp; color index of the pericarp; color Hue angle (h°); luminosity index (L^*); chroma (C^*); variation between blue and yellow (b^*) and variation between green and red (a^*); and chemical, such as the soluble solids; titratable acidity; pH and ratio. The data were subjected to analysis of variance and study of polynomial regression to effect of days after anthesis and Pearson correlation ($p < 0.05$). The physiological maturity of fruits of *H. undatus* occurred between 30 and 32 DAA. At 30 DAA the fruits become completely red with intensifying to 31-32 DAA, in view of the increased color index of the pericarp and of the variation between green and red and declining of the color Hue angle, reaching a value corresponding to the color red. At 31 DAA the soluble solids reached its peak; and at 32 DAA there was an increase of the relationship pulp/pericarp, decreasing of the mass of pericarp, beyond of the titratable acidity, pH and ratio achieving recommended values for the species. During the maturation, it was observed increase in equatorial diameter; thickness of pulp; mass of fruit; mass of pulp; percentage of pulp and of the chroma; and reduction in thickness of pericarp; percentage of pericarp; luminosity index and variation between blue and yellow. The mass of pulp was the variable most showed a strong correlation with the other analyzed.

Keywords: Cactaceae. Days after anthesis. *Hylocereus undatus*. Fruit quality.

3.3 INTRODUÇÃO

A pitáia, cactácea originária da América Tropical e Subtropical, é encontrada especialmente em áreas semidesérticas, nas regiões quentes da América Latina (ARRUDA; MELO-DE-PINNA; ALVES, 2005; LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006). A espécie *Hylocereus undatus* (Haworth) Britton & Rose, pitáia vermelha de polpa branca, é a mais cultivada mundialmente (NERD et al. 2002).

Tradicionalmente consumida na Colômbia, México, Nicarágua e Vietnã, vem ocupando um crescente nicho no mercado de frutas exóticas (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006; CAVALCANTE et al., 2011). No Brasil, o

interesse por esta fruta aumenta por parte dos consumidores, em razão de suas características organolépticas e propriedades nutracêuticas (SILVA; MARTINS; APARECIDA de ANDRADE, 2006; ANDRADE; MARTINS; SILVA, 2008). Em contrapartida, a atenção dos fruticultores é despertada pelo valor comercial agregado da pitiaia, além de ser uma alternativa para o cultivo em áreas com altas temperaturas, baixo índice pluviométrico, solos arenosos e pedregosos, devido a sua rusticidade (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006; MOREIRA et al., 2011; SILVA; MARTINS; CAVALLARI, 2011).

O estágio de maturação de frutos no momento da colheita tem influência na sua qualidade final, interferindo na pós-colheita, pois frutos colhidos imaturamente são susceptíveis às desordens fisiológicas, como o resultado da desorganização das células e da ruptura da parede celular; no entanto, colhidos em estágio sobremaduro favorecerá a senescência, causando perdas quantitativas e qualitativas (KAYS, 1991; BLEINROTH, 1996; MANICA et al., 2000; CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Sabe-se que a produção de frutos de cactáceas é dependente de fatores intrínsecos, extrínsecos e da combinação de ambos e, a qualidade organoléptica e nutricional da fruta depende do grau de maturação (CENTURION YAH et al., 1999, 2000; VÁZQUEZ-SÁNCHEZ; TERRAZAS; ARIAS, 2005). Em função da importância da determinação do estágio adequado para a colheita, torna-se necessário a avaliação do seu padrão de crescimento e de desenvolvimento a partir do florescimento, o que auxilia no estabelecimento de índices de maturação (CASTRO; GODOY; CARDOSO, 2008).

Contudo, pouco se conhece dos índices de maturação e do comportamento pós-colheita de frutos de pitiaia, assim como dos parâmetros de qualidade (CORRALES GARCÍA, 2003). Porém, alguns aspectos são importantes no momento da colheita, a exemplo da cor do pericarpo, que é considerado determinante, além do teor de sólidos solúveis, acidez e o número de dias da antese até o desenvolvimento pleno do fruto, o qual é um dos critérios mais utilizados na determinação do ponto de colheita (NERD et al., 1999; WARRINGTON et al., 1999).

A maturação de frutos é um dos eventos menos descritos nos modelos de fenologia vegetal (CHUINE; KRAMER; HÄNNINEN, 2003). Dessa forma, determinar o período em que os frutos alcançam a maturidade fisiológica, torna-se substancial quando se visa otimizar sua colheita e qualidade. O trabalho teve como

objetivo analisar as características físicas e químicas durante a evolução da maturação de frutos de pitaia (*H. undatus*), a fim de determinar o seu ponto de maturidade fisiológica.

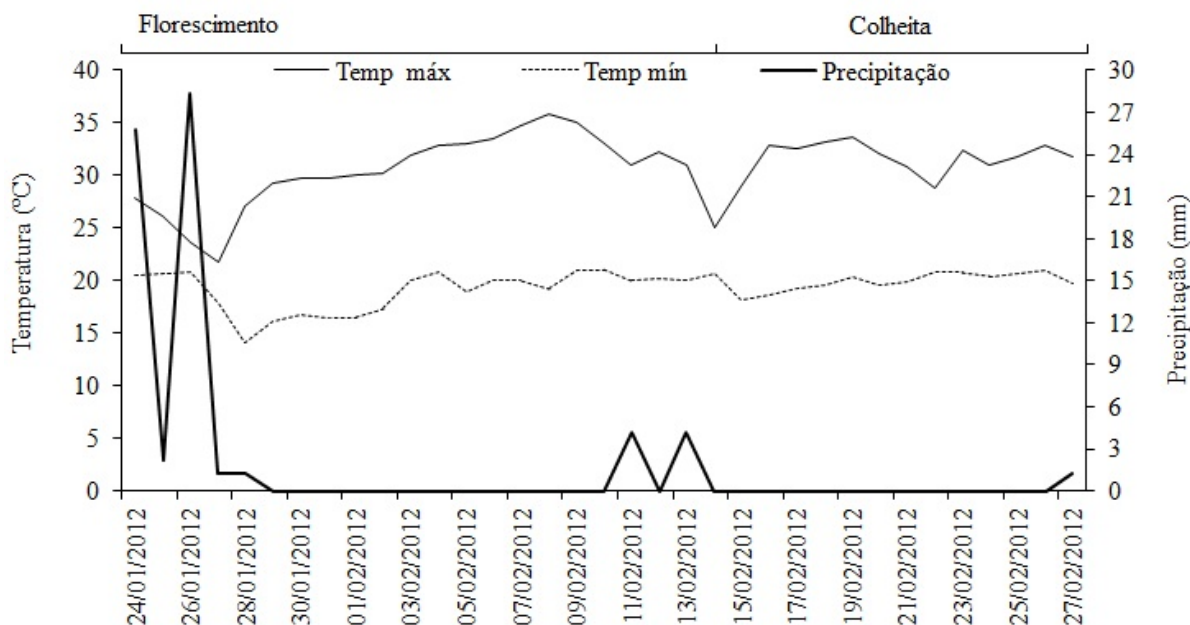
3.4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido durante os meses de janeiro e fevereiro de 2012 na Universidade Estadual de Londrina (UEL), localizada no norte do estado do Paraná. Os frutos foram obtidos de plantas matrizes de *Hylocereus undatus*, com aproximadamente 10 anos de idade, cultivadas na área experimental do Departamento de Agronomia da UEL, nas coordenadas geográficas de 23°23' S e 51°11' W e altitude média de 566 m. O solo é classificado como NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico latossólico (EMBRAPA, 2006) e as plantas de pitaia encontram-se com espaçamento de 2,0 x 3,0 m, tutoradas em palanques de 2,5 m de altura, sendo que em cada palanque há duas plantas.

Para o estudo da maturidade fisiológica de frutos, as flores foram polinizadas manualmente, no período noturno e identificadas na antese; e a coleta iniciou-se 21 dias após, sendo realizada durante 12 dias, com a colheita de quatro frutos diários. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições.

Os valores de temperaturas mínimas e máximas e de precipitação foram obtidos durante todo o período de execução do experimento por meio de Datalogger Instrutherm modelo HT-500[®], instalado na área experimental (Figura 3.1).

Figura 3.1 – Temperaturas mínimas e máximas e precipitação, diárias, entre o florescimento e a colheita dos frutos de pitaiá. Londrina-PR



Os frutos de cada subamostra foram coletados pela manhã, sendo encaminhados ao laboratório de Análise de Frutas da UEL, imediatamente após a colheita, para a análise das características físicas e químicas.

As variáveis físicas, comprimento longitudinal (CL), diâmetro equatorial (DE) de fruto sem escama, espessura de pericarpo (EPe) e de polpa (EPo) foram determinadas com o auxílio de paquímetro analógico e expressos em cm. A massa fresca de fruto (MF), de polpa (MPo) e de pericarpo (MPe) foram determinados em balança de precisão e expressos em g. A partir destas, obteve-se a porcentagem de polpa (%Po) e de pericarpo (%Pe) e a razão entre a massa de polpa e a de pericarpo originou a relação polpa/pericarpo (Po/Pe).

A determinação da cor de fruto foi realizada por reflectometria, mediante a utilização de colorímetro Minolta modelo CR-10[®]. As leituras foram obtidas da porção basal do pericarpo, sendo expressas no módulo L^* , a^* , b^* , conforme o Sistema de Cores CIE (1976), para medida, designação e acerto de cores, em que um sólido de cores é definido por três coordenadas retangulares, das quais se obtêm unidades ou pontos de uniformidade visual aproximada (McGUIRE, 1992). Nesse padrão, a coordenada L^* indica o nível de luminosidade da cor, variando de zero (totalmente preto) a 100 (totalmente branco). A coordenada a^* expressa o grau de variação entre o vermelho e o verde (a^* mais negativo = mais

verde; a^* mais positivo = mais vermelho) e a coordenada b^* expressa o grau de variação entre o azul e o amarelo (b^* mais negativo = mais azul; b^* mais positivo = mais amarelo). Além dessas variáveis, ainda se determinou o croma (C^*), o qual expressa a saturação ou intensidade da cor e o ângulo de cor Hue (h°), indicador da cor observável, podendo variar de 0° a 360° , onde 0° corresponde à cor vermelha, 90° ao amarelo, 180° ao verde e 270° ao azul. Por fim, determinou-se o índice de cor de pericarpo (CIRG), empregando-se a fórmula: $CIRG = (180-h^\circ)/(L^*+C^*)$ (CARREÑO et al., 1995).

Quanto às características químicas, o teor de sólidos solúveis (SS) foi determinado em refratômetro digital de bancada com compensação automática de temperatura (Modelo DR301-95, Krüss Optronic, Alemanha), por meio da trituração individual da polpa de cada fruto, com o auxílio de um mixer, durante 5 minutos, formando um mosto e o resultado expresso em $^\circ$ Brix. A determinação da acidez titulável (AT) e do pH foi realizada por titulação do composto, de 10 mL de mosto completado com água destilada ao volume de 50 mL, com solução padronizada de NaOH 0,1N, em titulador potenciométrico digital (Modelo Tritoline Easy, Schott Geräte, Alemanha), adotando-se como ponto final da titulação o pH = 8,2, e o resultado expresso em % de ácido cítrico (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985). Por fim, calculou-se o *ratio*, o qual foi obtido pela razão entre os teores de SS e AT.

As características físicas e químicas dos frutos foram comparadas por meio da análise de variância e estudo de regressão polinomial para efeito de dias após a antese e ainda correlação de Pearson ($p < 0,05$).

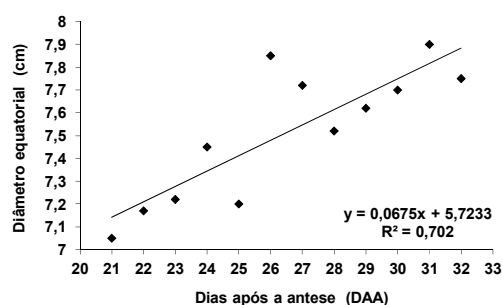
3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o comprimento longitudinal (CL) não se constatou diferença significativa durante a evolução da maturação de frutos de pitáia (*H. undatus*), o qual variou de 10,6 a 11,7 cm. No entanto, Centurion Yah et al. (2008) ao avaliarem o desenvolvimento de frutos de *H. undatus*, nos meses de maio-julho, com temperatura e precipitação média de $26,1^\circ\text{C}$ e 73,9 mm, respectivamente, obtiveram aumento com a proximidade à maturidade fisiológica, com ponto de máxima aos 31 DAA (8,9 cm). Para esta mesma espécie, Osuna Enciso et al. (2007) estudando a

fenologia reprodutiva e a qualidade de frutos, no verão e no outono em Sinaloa, México (29-26°C), reportaram comprimento longitudinal médio de 14,3 cm.

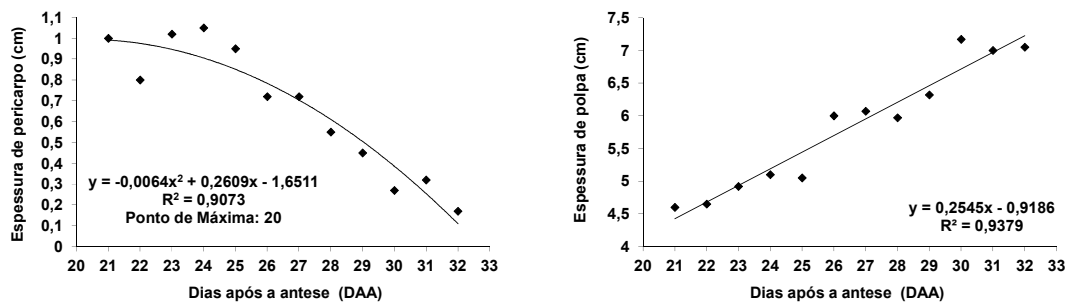
O diâmetro equatorial (DE) de fruto de pitiaia comportou-se linearmente pela análise de regressão, com crescimento contínuo de 7,0 a 7,9 cm, conforme o avanço da maturação (Figura 3.2). Centurion Yah et al. (2008) estudando a maturação de frutos desta mesma espécie, observaram mudança contínua durante o crescimento, alcançando, aos 31 DAA, diâmetro equatorial de 8,2 cm, valor próximo ao obtido no presente estudo (7,9 cm), sendo o mesmo verificado por Osuna Enciso et al. (2007). Martínez Chávez (2011), ao trabalhar com diferentes materiais genéticos da espécie *Hylocereus* spp., obteve frutos de pitiaia com diâmetro equatorial variando de 5,2 a 7,8 cm.

Figura 3.2 – Diâmetro equatorial (DE) de frutos de pitiaia do 21º ao 32º dias após a antese (DAA). Londrina-PR, 2012



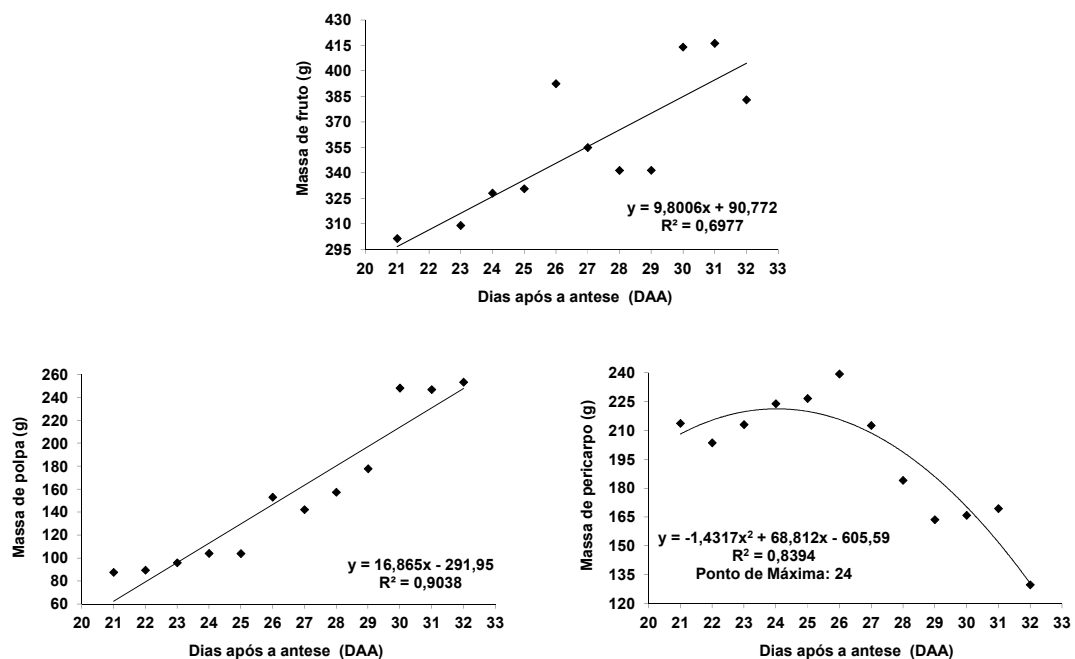
A variável espessura de pericarpo (EPe) ajustou-se ao modelo de regressão polinomial de ordem 2, com tendência decrescente de 1,06 a 0,17 cm, com o avanço da maturação de frutos de pitiaia; já a espessura de polpa (EPo) apresentou comportamento linear crescente de 4,60 a 7,17 cm (Figura 3.3). Martínez Chávez (2011), ao avaliar seis genótipos de pitiaia, obteve materiais com espessura de pericarpo de 0,22 a 0,42 cm. Márquez-Guzmán, Castillo-Martínez e Livera-Muñoz (2005), reportaram, em cinco genótipos de *H. undatus*, espessuras de 0,26 a 0,37 cm.

Figura 3.3 – Espessura de pericarpo (EPe) e de polpa (EPo) de frutos de pitaia do 21º ao 32º dias após a antese (DAA). Londrina-PR, 2012



Na Figura 3.4 estão apresentados os gráficos para a massa de fruto (MF), de polpa (MPo) e de pericarpo (MPe) de *H. undatus* durante o processo de maturação, em dias após a antese (DAA). Observa-se que tanto a massa de fruto quanto a de polpa ajustam-se a uma função linear pelo estudo de regressão, com tendência crescente. Comportamento semelhante foi obtido por Centurion Yah et al. (2008) trabalhando com a mesma espécie, os quais relataram que a massa de fruto apresentou crescimento linear, atingindo 469,2 g aos 31 DAA, enquanto no presente estudo houve acréscimo de 293,1 a 416,2 g. Osuna Enciso et al. (2007) reportaram massa média de fruto de 442,0 g e Nerd, Gutman e Mizrahi (1999) de 437,5 g.

Figura 3.4 – Massa de fruto (MF), de polpa (MPo) e de pericarpo (MPe) de frutos de pitaia do 21º ao 32º dias após a antese (DAA). Londrina-PR, 2012

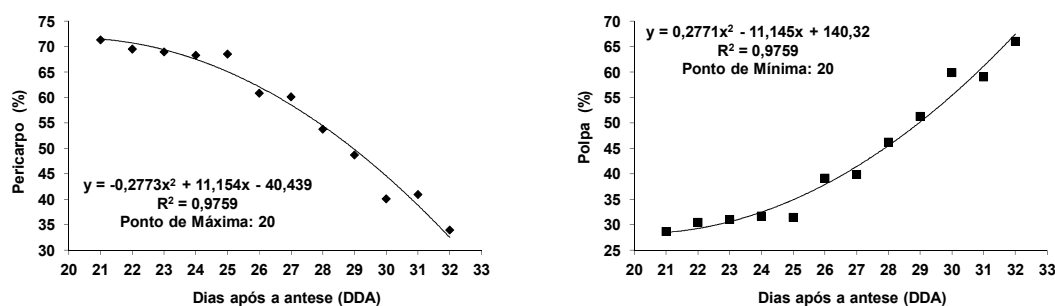


Em relação à massa de polpa, os maiores valores foram obtidos a partir do 30º DAA, com 253,3 g na última coleta (Figura 3.4). Os resultados observados por Centurion Yah et al. (2008) corroboram com o presente estudo, tendo em vista que a tendência também foi crescente com o avanço da maturação, sendo que aos 31 DAA os frutos apresentaram, em média, maior massa de polpa (368,9 g). Outros autores descreveram frutos de pitiaia com massa de polpa de 188,4 g (CASTILLO-MARTÍNEZ et al., 2003), 297,8 g (OSUNA ENCISO et al., 2007) e 139,6 a 320,1 g, ao trabalharem com cinco genótipos de *H. undatus* (MÁRQUEZ-GUZMÁN; CASTILLO-MARTÍNEZ; LIVERA-MUÑOZ, 2005).

No entanto, a variável massa de pericarpo ajustou-se a uma função quadrática pelo estudo de regressão, com ponto de máxima aos 24 DAA (Figura 3.4). Novamente, Centurion Yah et al. (2008), ao avaliarem o desenvolvimento de frutos de *H. undatus*, obtiveram resultados semelhantes, pois na determinação da massa de pericarpo, relataram que esta apresentou aumento até o 20º DAA, com posterior declínio até a última coleta (31º DAA), quanto obtiveram menor massa. Como pode ser visto na Figura 3.4, o menor valor foi obtido aos 32 DAA, com massa média de pericarpo de 129,7 g, podendo concluir que com o avanço da maturação de frutos de pitiaia, a massa de pericarpo e de polpa tende a decrescer e aumentar, respectivamente. Márquez-Guzmán, Castillo-Martínez e Livera-Muñoz (2005); Martínez Chávez (2011), trabalhando com diferentes genótipos de *H. undatus*, obtiveram frutos com massa de pericarpo de 72,4 a 120,5 g e de 57,9 a 140,6 g, respectivamente, sendo possível observar que há variabilidade dentro da espécie.

Na Figura 3.5 está apresentada a progressão da porcentagem de pericarpo (%Pe) e de polpa (%Po) de frutos de pitiaia durante sua maturação. Nota-se que ao longo dos dias após a antese, os frutos tiveram redução sucessiva para a variável porcentagem de pericarpo, a qual variou de 71,3 a 34,0%; e em ordem inversa, incremento na porcentagem de polpa (de 28,7 a 66,0%), o que é favorável e esperado, tendo em vista que a polpa é a porção comestível do fruto em estudo.

Figura 3.5 – Porcentagem de pericarpo (%Pe) e de polpa (%Po) durante a maturação de frutos de pitáia do 21º ao 32º dias após a antese (DAA). Londrina-PR, 2012

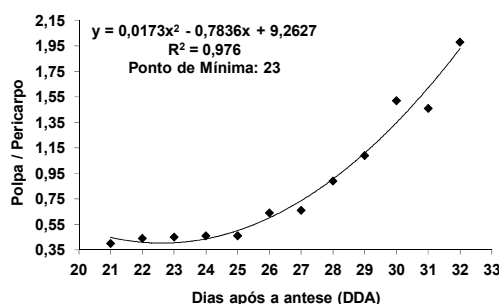


Aos 32 DAA, os frutos compunham de 66,0% de polpa (Figura 3.5), valor este próximo aos reportados por Márquez-Guzmán, Castillo-Martínez e Livera-Muñoz (2005), os quais obtiveram frutos de *H. undatus* com 73,0% e Osuna Enciso et al. (2007), aos 31 DAA, com 79,0%, período considerado como o início da maturidade fisiológica (CENTURION YAH et al., 2008). Martínez Chávez (2011), trabalhando com seis genótipos de pitáia, avaliou materiais com 40,5 a 80,6%, faixa em que se enquadra o valor obtido no presente estudo, apesar de haver variação intraespecífica.

Centurion Yah et al. (2008), avaliando as mudanças físicas de fruto de *H. undatus*, concluíram que aos 25 DAA os frutos eram compostos por 39,9% de pericarpo, decrescendo a 20,4%, aos 31 DAA, valores estes, inferiores aos descritos por Nerd, Gutman e Mizrahi (1999), sendo de 57,5 e 32,5%, respectivamente. No presente estudo, a porcentagem de pericarpo/fruto foi maior, no entanto, apresentou tendência semelhante, pois com a evolução da maturação, houve redução de 69,0% para 41,0% de pericarpo/fruto (Figura 3.5), tornando-o mais delgado e conseqüentemente, mais sensível a rachaduras de fruto e danos em pós-colheita (CENTURION YAH et al., 2008).

A relação polpa/pericarpo (Po/Pe) exhibe tendência de aumento ao longo da colheita (de 0,40 a 1,98), devido à crescente na massa de polpa e o declínio da massa de pericarpo (Figura 3.4). Pela curva ajustada a partir da equação de regressão polinomial, aos 32 DAA a relação polpa/pericarpo atingiu o auge (Figura 3.6).

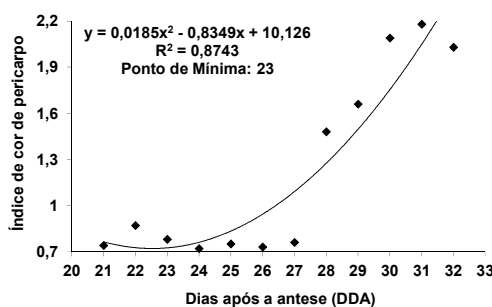
Figura 3.6 – Relação polpa/pericarpo (Po/Pe) de frutos de pitiaia do 21º ao 32º dias após a antese (DAA). Londrina-PR, 2012



De acordo com Centurion Yah et al. (2008), a mudança na cor de frutos de pitiaia iniciou-se aos 25 DAA, quando a massa de polpa e de pericarpo foram de 188,7 e 125,1 g, respectivamente, o que gerou uma relação polpa/pericarpo de 1,5 e, no 31º DAA, as massas de ambos os componentes foram de 368,9 e 94,8 g, ocasionando uma relação de 3,9; o que implica que durante a mudança de cor ocorre um acúmulo na porção comestível (polpa) do fruto, e uma diminuição do pericarpo.

A curva obtida a partir da equação de regressão mostra que o aumento do índice de cor de pericarpo (CIRG) foi crescente, com mudança de verde para vermelho incipiente no 28º DAA, tornando-se completamente vermelhos a partir do 30º DAA (Figura 3.7). Centurion Yah et al. (2008) observaram que frutos de pitiaia aos 25 DAA apresentavam pericarpo verde claro mesclado com vermelho incipiente; aos 27 DAA o pericarpo passou a ter coloração verde-amarelado com zonas vermelhas em 10 a 20% da superfície; aos 29 DAA os frutos eram vermelhos brilhante, em 70%; tornando-se completamente vermelho-púrpura aos 31 DAA.

Figura 3.7 – Índice de cor de pericarpo (CIRG) de frutos de pitiaia do 21º ao 32º dias após a antese (DAA). Londrina-PR, 2012

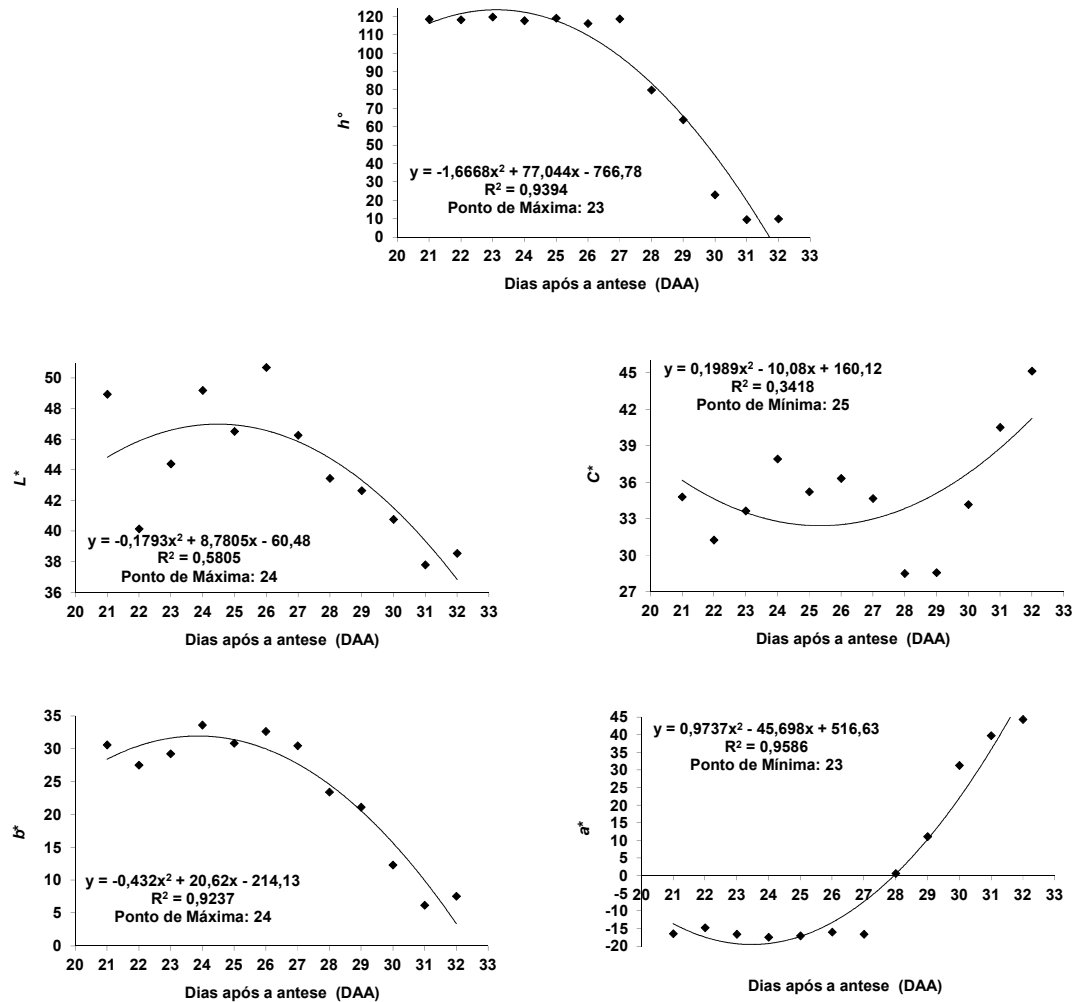


De acordo com Castillo-Martínez e Ortíz-Hernández (1994); Centurion Yah et al. (2008), a primeira mudança na cor de pericarpo de *H. undatus* ocorreu aos 24-25 DAA, sendo que no presente estudo, tal mudança ocorreu aos 28-29 DAA (Figura 3.7). Segundo Nerd, Gutman e Mizrahi (1999); Centurion Yah et al. (2008), o pericarpo de frutos de pitáia torna-se completamente vermelho quatro a cinco dias após a primeira mudança de cor, valores próximos aos obtidos, os quais situaram entre o 30° e 32° DAA. Estudo realizado no Vietnã mostrou que a colheita de fruto de *H. undatus* se efetua quando estes adquirem a cor vermelha, que ocorre entre os 28 e 30 DAA (TO et al., 2002).

A cor é um importante parâmetro para produtores e consumidores, pois indica se o fruto apresenta ou não as condições ideais para a comercialização e o consumo. Porém, a cor, na maioria dos casos, não contribui para um aumento efetivo no valor nutricional ou na qualidade do produto (CHITARRA; CHITARRA, 2005), mas, em geral, consumidores têm preferência por frutos de cor forte e brilhante (HIRSCH et al., 2012). O desverdecimento do pericarpo do fruto é um processo de alteração da cor, que, além de possibilitar o aparecimento da cor típica da espécie analisada, é indicativo importante do estágio de maturação de frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005) e do ponto de colheita (TUCKER, 1993).

Na Figura 3.8 é possível observar que o ângulo de cor Hue (h°) comportou-se quadraticamente pela análise de regressão, sendo possível afirmar que no início das coletas, o pericarpo dos frutos apresentava entre o verde e o amarelo (118°). Com o avanço da maturação, aos 28-29 DAA ($80-64^\circ$), os frutos tiveram a primeira mudança de cor, logo que iniciou-se a mesclar com porções de tonalidades avermelhadas, tornando-se completamente vermelho a partir do 30° DAA (23°), com intensificação da coloração aos 31-32 DAA, quando obteve ângulo de cor de 10° . Durante a maturação de frutos de *H. undatus*, Centurion Yah et al. (2008) também referiram decréscimo dos valores médio de ângulo de matiz, como $116,6^\circ$ (25 DAA), $108,3^\circ$ (27 DAA), $91,4^\circ$ (29 DAA) e $51,0^\circ$ (31 DAA).

Figura 3.8 – Ângulo de cor Hue (h°), índice de luminosidade (L^*), croma (C^*), variação entre azul e amarelo (b^*) e variação entre verde e vermelho (a^*) de pericarpo de frutos de pitáia do 21º ao 32º dias após a antese (DAA). Londrina-PR, 2012



Segundo Wybraniec e Mizrahi (2002); Le Bellec, Vaillant e Imbert (2006), a coloração vermelha do pericarpo dos frutos de *Hylocereus* spp. se deve aos pigmentos do grupo das betacianinas, cuja síntese é ativada por disponibilidade alta de açúcares e luz, entre outros fatores (CASTELLAR et al., 2003). Isto explica a diminuição do ângulo de matiz até valores correspondentes ao vermelho, conforme avança o processo de maturação, e o aumento consequente na quantidade de açúcares solúveis. Phebe et al. (2009) encontraram uma correlação significativa negativa entre valores do ângulo de cor Hue e o conteúdo total de betacianinas do pericarpo de *H. polyrhizus*, com um drástico incremento de 90%, entre os 25 e 30 DAA.

Centurion Yah et al. (2008) reportaram ângulo de matiz de 51° em *H. undatus*, aos 31 DAA, sendo superior ao obtido no presente estudo, quando os frutos apresentaram, em média, 10° . Este valor está dentro da faixa recomendado por To et al. (2002), os quais requerem valores menores ou iguais a 30° para que a pitiaia seja comercializada, o que foi obtido a partir do 30° DAA (Figura 3.8). Osuna Enciso et al. (2011), ao avaliarem a madurez de pitiaia em três épocas de colheita, também obtiveram frutos completamente maduros com valores inferiores a 30° , encontrando-se próximo à faixa angular correspondente ao vermelho (0°).

Em relação ao índice de luminosidade (L^*), o qual é importante ao consumidor, já que os contrastes em luminosidade permitem dispor os frutos em uma apresentação mais atrativa, Martínez Chávez (2011), ao avaliar o brilho de seis genótipos de pitiaia, observou variação entre os materiais de 60,3 (mais brilhante) a 29,7 (menos brilhante). No presente estudo, com o desenvolvimento da maturação dos frutos, o índice de luminosidade decresceu de 50,7 para 37,8, indicando que a cor fica mais escura (Figura 3.8). No entanto, Centurion Yah et al. (2008) não obtiveram diferenças significativas ao analisarem a variável luminosidade durante o desenvolvimento de frutos da mesma espécie.

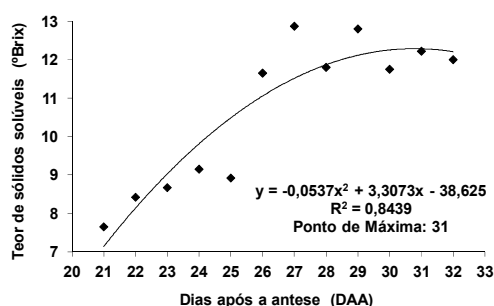
O croma (C^*), indicador da intensidade da cor, exprimiou aumento com o avanço da maturação (de 28,5 a 45,1), apontando que a cor do pericarpo tornou-se mais intensa, o que possivelmente aumentaria a sua aceitação pelos consumidores. Em relação a variável b^* , a qual expressa o grau de variação entre o amarelo (mais positivo) e o azul (mais negativo), observou-se uma tendência decrescente, ou seja, na primeira coleta, aos 21 DAA, a média foi de 30,6, com tendência decrescente aos 29 DAA (21,1), 30 DAA (12,3), 31 DAA (6,2) e 32 DAA (7,6) (Figura 3.8).

Por fim, com o intuito de comprovar que a cor de pericarpo de frutos de pitiaia durante a evolução da maturação ocorreu a partir do 30° DAA, avaliou-se a variável a^* , que representa o grau de variação entre o verde (mais negativo) e o vermelho (mais positivo), apontando acréscimo, com evolução de -16,4, no início das coletas, para 11,1 aos 29 DAA, com progressiva intensificação, alcançando valores de 31,3 no 30° DAA, 39,7 no 31° DAA e 44,4 no último dia de avaliação (32 DAA) (Figura 3.8).

Quanto às características químicas da polpa de frutos de pitiaia do 21° ao 32° DAA, é possível observar que o teor de sólidos solúveis (SS) ajustou-se a

uma equação de 2º grau, pois constata-se incremento deste até o 31º DAA (12,2 °Brix), quando alcançou o ponto de máxima (Figura 3.9). Centurion Yah et al. (2008), trabalhando com *H. undatus*, notaram uma estreita relação entre o desenvolvimento da cor e o incremento de SS, onde frutos com 20 dias de desenvolvimento registraram 4,6 °Brix, valor este menor que o obtido no início das coletas dos frutos (21 DAA), quando já havia um maior acúmulo de SS (7,6 °Brix), enquanto que com 31 dias alcançaram 12,6 °Brix, corroborando com os resultados apresentados na Figura 3.9.

Figura 3.9 – Teor de sólidos solúveis (SS) em frutos de pitaita do 21º ao 32º dias após a antese (DAA). Londrina-PR, 2012



Osuna Enciso et al. (2011) ao avaliarem o efeito na pós-colheita em frutos colhidos com maturação inicial (25 a 50% da superfície do pericarpo avermelhado), média (50 a 75%) e completa (75 a 100%), encontraram valores similares ao presente estudo, na colheita dos frutos com maturação intermediária e completa (12,4 e 13,6 °Brix), sendo que 12 dias depois do armazenamento, os SS diminuíram de 1 a 2 unidades. Outros autores obtiveram resultados semelhantes com frutos de pericarpo vermelho e polpa branca, como Castillo-Martínez et al. (2003) que obtiveram 11,9 °Brix e Márquez-Guzmán, Castillo-Martínez e Livera-Muñoz (2005), que reportaram valores de 10,9 a 14,1 °Brix ao avaliarem quatro genótipos.

No entanto, frutos com teores de SS superiores também foram obtidos, a exemplo de Martínez Chávez (2011) que, ao estudar seis genótipos de pitaita, obteve frutos com 14,5 a 17,6 °Brix e Livera-Muñoz et al. (2010), ao constatarem variedades de frutos de pericarpo vermelho-púrpura e polpa branca com 12,0 a 16,0 °Brix.

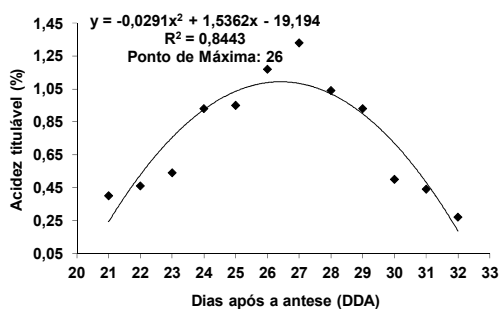
Um aspecto importante que tem efeito na concentração de SS da polpa é a exposição do fruto durante o crescimento à luz, já que se ativa a formação de pigmentos responsáveis pela coloração do pericarpo vermelho, compostos do grupo das betacianinas e dos açúcares presentes na polpa (CASTELLAR et al., 2003; ESQUIVEL; STINTZING; CARLE, 2007b).

Para Centurion Yah et al. (2008), o sabor do fruto de pitaia variou de agridoce a doce entre 27 e 31 DAA e a maior aceitação dos frutos foi registrada entre 29 e 31 DAA. Por sua vez, Merten (2003) indicou que na Califórnia, a maturidade fisiológica de frutos de pitaia ocorre entre 40 e 45 DAA, momento em que alcançam o máximo teor de sólidos solúveis.

Nerd, Gutman e Mizrahi (1999), que encontraram valores de 16 a 17 °Brix, ao avaliarem duas espécies de *Hylocereus* spp., justificaram que o acúmulo de açúcares ao decorrer da maturação dos frutos de pitaia se relaciona com uma diminuição no conteúdo de amido e mucilagens da polpa, e que não há uma contribuição do metabolismo do pericarpo, como ocorre em frutos de tuna (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller) (BARRERA; NOBEL, 2004).

Apesar da acidez titulável (AT) também ajustar a uma função quadrática pelo estudo de regressão, assim como o teor de sólidos solúveis, o seu ponto de máxima foi obtido anteriormente (26° DAA). Aos 21 DAA, os frutos apresentaram menor acidez (0,40%), com incrementos sucessivos até o ponto de máxima (>1,00%), retornando a decrescer sucessivamente, quando, aos 32 DAA, alcançou-se seu menor valor (0,27%) (Figura 3.10). Tal comportamento é justificado por Wills et al. (1998), os quais verificaram que a diminuição dos ácidos orgânicos, ao longo da maturação dos frutos, se deve à utilização destes como substrato na respiração.

Figura 3.10 – Acidez titulável (AT) em frutos de pitaia do 21º ao 32º dias após a antese (DAA). Londrina-PR, 2012

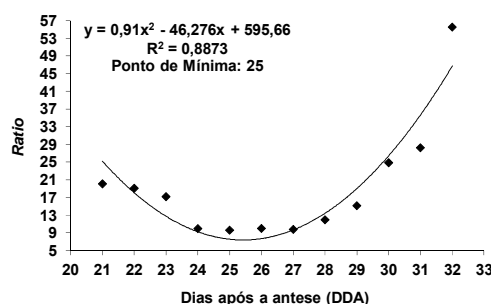


Em frutos de *H. undatus* e *H. polyrhizus*, Nerd, Gutman e Mizrahi (1999) encontraram uma tendência similar, sendo que a acidez foi maior em frutos em mudança de cor do que os de coloração avançada. Segundo Centurion Yah et al. (1999), frutos com acidez titulável de 0,24% apresentam sabor aceitável pelos consumidores, o que corrobora ao valor obtido no 32° DAA (0,27%) (Figura 3.10), sendo que os mais aceitos pelo seu sabor ocorrem dos 29 aos 31 DAA (CENTURION YAH et al., 2008).

Vários autores, avaliando a acidez de frutos de *Hylocereus* spp., reportaram valores próximos ao presente estudo, como 0,24% (CENTURION YAH et al., 1999), 0,30% (SORNYATHA; ANPRUNG, 2009), 0,36% (ARÉVALO-GALARZA; ORTÍZ-HERNÁNDEZ, 2004), 0,40% (CENTURION YAH et al., 2008) e entre 0,30 a 0,60%, estudando seis genótipos (MARTÍNEZ CHÁVEZ, 2011). Porém, Osuna Enciso et al. (2011), avaliando frutos da mesma espécie colhidos em maturação inicial (25 a 50% da superfície do pericarpo avermelhado), média (50 a 75%) e completa (75 a 100%), obtiveram acidez de 0,92, 0,76 e 0,63%, respectivamente, ou seja, frutos maduros com menor acidez. Conforme Arévalo-Galarza e Ortíz-Hernández (2004), o aumento da acidez antes da mudança de cor mostra o início dos processos de maturação, além disso, a redução da acidez representa um problema na polpa de pitiaia, já que este indicador não permite detectar a doçura do fruto.

Na Figura 3.11 está apresentado o comportamento da relação SS/AT (*ratio*), onde teve seu ponto de mínima aos 25 DAA, em razão do aumento da acidez. Para To et al. (2002), o melhor indicador de sabor em pitiaia é a relação SS/AT, cujo valor ideal é ao redor de 40, o qual é obtido de frutos maduros com 0,40% de acidez. *Ratio* superior ao recomendado por estes autores foram obtidos aos 32 DAA (55,5) (Figura 3.11), em razão do decréscimo progressivo da acidez a partir do 26° DAA, acentuado aos 32 DAA (Figura 3.10).

Figura 3.11 – *Ratio* (SS/AT) em frutos de pitiaia do 21º ao 32º dias após a antese (DAA). Londrina-PR, 2012



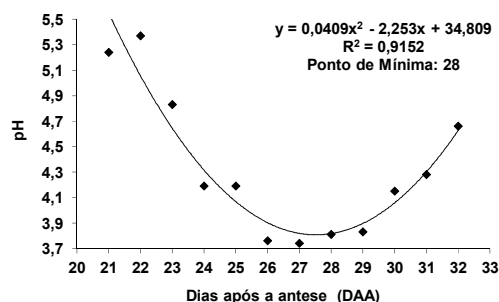
Para Martínez Chávez (2011), o aumento na relação SS/AT foi devido à diminuição da acidez de 1,40 para 0,40%, ao avaliar seis genótipos de pitiaia, obtendo materiais com *ratio* variando de 33,1 a 48,6; assim como para Centurion Yah et al. (2008), que obtiveram aumento de 20,6 a 35,5, do 25º ao 31º DAA, favorecido pela redução significativa da acidez de 1,20 a 0,40%.

De acordo com Thé et al. (2001), o sabor dos frutos é devido, em grande parte, ao balanço de ácidos e açúcares, o qual é avaliado pelo *ratio*. O aumento do *ratio*, decorrente da redução da AT e do aumento dos SS, apresentado nos estádios de maturação dos frutos, evidencia as condições de colheita, armazenamento e consumo imediato.

Segundo Osuna Enciso et al. (2011), o aumento do *ratio* em frutos de pitiaia se deve à redução drástica da AT; desta forma, uma elevada relação SS/AT não é um indicador de qualidade, já que os SS não aumentaram. Porém, além da redução da acidez a partir do 26º DAA, sendo acentuada no 32º DAA (Figura 3.10), no presente estudo é possível observar que o aumento do teor de sólidos solúveis (Figura 3.9) também contribuiu para o aumento do *ratio* (Figura 3.11), característica reportada por Centurion Yah et al. (1999); Nerd, Gutman e Mizrahi (1999) como indicadora de um sabor “insípido” aos frutos de pitiaia.

O comportamento do pH dos frutos durante a evolução da maturação de *H. undatus* foi inversa ao observado na acidez, tendo em vista que os valores inicialmente encontravam-se mais elevados, declinando até o 28º DAA, quando alcançou o ponto de mínima, com posterior incrementos sucessivos (Figura 3.12). Mas, tal comportamento é coerente com o observado no gráfico de regressão da acidez titulável (Figura 3.10), tendo em vista que quanto maior o pH, menor a acidez, sendo o inverso verdadeiro.

Figura 3.12 – pH em frutos de pitaia do 21º ao 32º dias após a antese (DAA). Londrina-PR, 2012



Constata-se que aos 32 DAA o pH médio dos frutos apresentava-se em 4,6 (Figura 3.12); valores semelhantes foram observados por Esquivel, Stintzing e Carle (2007b) que, em estudo com pitaia (*Hylocereus* spp.), obtiveram frutos com pH entre 4,2 e 4,9 e Stintzing e Carle (2006) entre 4,3 e 4,7. No entanto, Cáliz de Dios e Castillo-Martínez (2008) reportaram pH de 1,7 em *H. undatus* subespécie *luteocarpus*. Rodríguez Rodríguez et al. (2005), trabalhando com pitaia amarela (*Selenicereus megalanthus*), observaram que os frutos colhidos maduros apresentaram pH maior, como era de se esperar, corroborando com o comportamento observado na Figura 3.12.

Considerou-se correlação significativa entre as variáveis com forte dependência linear acima de 0,80 (Tabela 3.1). A variável MPo apresentou forte associação linear diretamente proporcional à EPo, MF, %Po, Po/Pe, CIRG, a^* e SS; sendo inversamente à MPe, %Pe, h° e b^* , mostrando-se a mais adequada para representar a evolução da maturação de frutos de pitaia, já que correlacionou-se fortemente com 12 características analisadas.

Tabela 3.1 – Coeficiente de correlação (ρ) entre as variáveis: diâmetro equatorial (DE), espessura de pericarpo (EPE), espessura de polpa (EPO), massa de fruto (MF), massa de polpa (MPo), massa de pericarpo (MPE), porcentagem de pericarpo (%Pe), porcentagem de polpa (%Po), relação polpa/pericarpo (Po/Pe), índice de cor de pericarpo (CIRG), ângulo de cor Hue (h°), índice de luminosidade (L^*), croma (C^*), variação entre azul e amarelo (b^*), variação entre verde e vermelho (a^*), teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT (*ratio*) e pH de frutos de pitaiá do 21º ao 32º dias após a antese (DAA). Londrina-PR, 2012

Variáveis	DE	EPE	EPO	MF	MPo	MPE	%Pe	%Po	Po/Pe	CIRG	h°	L^*	C^*	b^*	a^*	SS	AT	<i>ratio</i>	pH
DE	$\rho=0,00$	$\rho=0,00$	$\rho=0,00$	$\rho=0,89^*$	$\rho=0,00$	$\rho=0,00$	$\rho=0,00$	$\rho=0,00$	$\rho=0,00$	$\rho=0,60^*$	$\rho=0,00$	$\rho=0,00$	$\rho=0,00$	$\rho=0,00$	$\rho=0,00$	$\rho=0,90^*$	$\rho=0,00$	$\rho=0,00$	$\rho=0,00$
	$\rho=---$	$\rho=---$	$\rho=---$	$\rho<0,0001$	$\rho=---$	$\rho=---$	$\rho=---$	$\rho=---$	$\rho=---$	$\rho=0,03$	$\rho=---$	$\rho=---$	$\rho=---$	$\rho=---$	$\rho=---$	$\rho<0,0001$	$\rho=---$	$\rho=---$	$\rho=---$
EPE		$\rho=1,00$	$\rho=0,70^*$	$\rho=-0,53$	$\rho=-0,55^*$	$\rho=0,39$	$\rho=0,56^*$	$\rho=-0,56^*$	$\rho=-0,40$	$\rho=-0,45$	$\rho=0,44$	$\rho=0,47$	$\rho=0,01$	$\rho=0,45$	$\rho=-0,43$	$\rho=-0,65^*$	$\rho=0,33$	$\rho=-0,15$	$\rho=0,42$
		$\rho=---$	$\rho=0,03$	$\rho=0,07$	$\rho=0,05$	$\rho=0,19$	$\rho=0,05$	$\rho=0,05$	$\rho=0,18$	$\rho=0,13$	$\rho=0,14$	$\rho=0,11$	$\rho=0,97$	$\rho=0,13$	$\rho=0,15$	$\rho=0,02$	$\rho=0,28$	$\rho=0,62$	$\rho=0,17$
EPO			$\rho=1,00$	$\rho=0,93^*$	$\rho=0,93^*$	$\rho=0,61^*$	$\rho=-0,89^*$	$\rho=0,89^*$	$\rho=0,79^*$	$\rho=0,78^*$	$\rho=-0,80^*$	$\rho=-0,45$	$\rho=0,49$	$\rho=-0,74^*$	$\rho=0,80^*$	$\rho=0,86^*$	$\rho=0,08$	$\rho=0,46$	$\rho=0,43$
			$\rho=---$	$\rho<0,0001$	$\rho<0,0001$	$\rho=0,03$	$\rho<0,0001$	$\rho<0,0001$	$\rho=0,002$	$\rho=0,002$	$\rho=0,001$	$\rho=0,13$	$\rho=0,09$	$\rho=0,005$	$\rho=0,001$	$\rho<0,0003$	$\rho=0,79$	$\rho=0,12$	$\rho=0,15$
MF				$\rho=1,00$	$\rho=0,88^*$	$\rho=-0,44$	$\rho=-0,80^*$	$\rho=0,80^*$	$\rho=0,66^*$	$\rho=0,70^*$	$\rho=-0,74^*$	$\rho=-0,36$	$\rho=0,48$	$\rho=-0,68^*$	$\rho=0,72^*$	$\rho=0,74^*$	$\rho=0,17$	$\rho=0,35$	$\rho=0,40$
				$\rho=---$	$\rho<0,0001$	$\rho=0,14$	$\rho=0,001$	$\rho=0,001$	$\rho=0,01$	$\rho=0,01$	$\rho=0,005$	$\rho=0,23$	$\rho=0,11$	$\rho=0,01$	$\rho=0,007$	$\rho=0,005$	$\rho=0,58$	$\rho=0,25$	$\rho=0,19$
MPo					$\rho=1,00$	$\rho=0,80^*$	$\rho=-0,98^*$	$\rho=0,98^*$	$\rho=0,88^*$	$\rho=0,94^*$	$\rho=-0,95^*$	$\rho=0,67^*$	$\rho=0,45$	$\rho=-0,91^*$	$\rho=0,94^*$	$\rho=0,81^*$	$\rho=0,03$	$\rho=0,64^*$	$\rho=0,28$
					$\rho=---$	$\rho=0,001$	$\rho<0,0001$	$\rho<0,0001$	$\rho=0,0001$	$\rho<0,0001$	$\rho<0,0001$	$\rho=0,01$	$\rho=0,13$	$\rho<0,0001$	$\rho<0,0001$	$\rho=0,001$	$\rho=0,91$	$\rho=0,02$	$\rho=0,36$
MPE						$\rho=1,00$	$\rho=0,88^*$	$\rho=-0,88^*$	$\rho=-0,86^*$	$\rho=-0,89^*$	$\rho=0,90^*$	$\rho=0,84^*$	$\rho=0,26$	$\rho=0,90^*$	$\rho=-0,91^*$	$\rho=-0,58^*$	$\rho=0,30$	$\rho=0,79^*$	$\rho=0,03$
						$\rho=---$	$\rho=0,0001$	$\rho=0,0001$	$\rho=0,0003$	$\rho<0,0001$	$\rho<0,0001$	$\rho=0,0005$	$\rho=0,39$	$\rho<0,0001$	$\rho<0,0001$	$\rho=0,04$	$\rho=0,33$	$\rho=0,001$	$\rho=0,92$
%Pe							$\rho=1,00$	$\rho=-1,00^*$	$\rho=-0,89^*$	$\rho=-0,95^*$	$\rho=0,96^*$	$\rho=0,72^*$	$\rho=0,40$	$\rho=0,92^*$	$\rho=-0,95^*$	$\rho=-0,81^*$	$\rho=0,05$	$\rho=0,68^*$	$\rho=0,30$
							$\rho=---$	$\rho=---$	$\rho<0,0001$	$\rho<0,0001$	$\rho<0,0001$	$\rho=0,007$	$\rho=0,19$	$\rho<0,0001$	$\rho<0,0001$	$\rho=0,001$	$\rho=0,87$	$\rho=0,01$	$\rho=0,33$
%Po								$\rho=1,00$	$\rho=0,89^*$	$\rho=0,95^*$	$\rho=-0,96^*$	$\rho=0,72^*$	$\rho=0,40$	$\rho=-0,92^*$	$\rho=0,95^*$	$\rho=0,81^*$	$\rho=0,05$	$\rho=0,68^*$	$\rho=0,30$
								$\rho=---$	$\rho<0,0001$	$\rho<0,0001$	$\rho<0,0001$	$\rho=0,007$	$\rho=0,19$	$\rho<0,0001$	$\rho<0,0001$	$\rho=0,001$	$\rho=0,87$	$\rho=0,01$	$\rho=0,33$
Po/Pe									$\rho=1,00$	$\rho=0,90^*$	$\rho=-0,92^*$	$\rho=0,74^*$	$\rho=0,33$	$\rho=-0,89^*$	$\rho=0,92^*$	$\rho=0,63^*$	$\rho=0,40$	$\rho=0,66^*$	$\rho=0,08$
								$\rho=---$	$\rho<0,0001$	$\rho<0,0001$	$\rho=0,005$	$\rho=0,28$	$\rho<0,0001$	$\rho<0,0001$	$\rho=0,02$	$\rho=0,18$	$\rho=0,01$	$\rho=0,79$	
Variáveis	DE	EPE	EPO	MF	MPo	MPE	%Pe	%Po	Po/Pe	CIRG	h°	L^*	C^*	b^*	a^*	SS	AT	<i>ratio</i>	pH
CIRG										$\rho=1,00$	$\rho=-0,99^*$	$\rho=0,79^*$	$\rho=0,37$	$\rho=-0,97^*$	$\rho=0,98^*$	$\rho=0,65^*$	$\rho=0,22$	$\rho=0,70^*$	$\rho=0,09$

	p=---	p=<0,0001	p= 0,001	p= 0,23	p=<0,0001	p=<0,0001	p= 0,02	p= 0,47	p= 0,01	p= 0,76
<i>h°</i>	ρ= 1,00	ρ= 0,80*	ρ= 0,43	ρ= 0,98*	ρ= -0,99*	ρ= -0,66*	ρ= 0,26	ρ= 0,74*	ρ= -	ρ= 0,07
<i>L*</i>	p=---	p= 0,001	p= 0,15	p=<0,0001	p=<0,0001	p= 0,01	p= 0,40	p= 0,005	p= -	p= 0,81
		ρ= 1,00	ρ= 0,20	ρ= 0,88*	ρ= -0,81*	ρ= -0,41	ρ= 0,38	ρ= 0,69*	ρ= -	ρ= 0,17
<i>C*</i>		p=---	p= 0,52	p= 0,0001	p= 0,001	p= 0,18	p= 0,21	p= 0,001	p= -	p= 0,59
			ρ= 1,00	ρ= -0,45	ρ= 0,48	ρ= 0,20	ρ= 0,24	ρ= 0,67*	ρ= -	ρ= 0,21
<i>b*</i>			p=---	ρ= 0,13	ρ= 0,11	ρ= 0,52	ρ= 0,44	ρ= 0,01	ρ= -	ρ= 0,49
				ρ= 1,00	ρ= -0,98*	ρ= -0,59*	ρ= 0,30	ρ= 0,78*	ρ= -	ρ= 0,03
<i>a*</i>				p=---	p=<0,0001	p= 0,04	p= 0,32	p= 0,002	p= -	p= 0,92
					ρ= 1,00	ρ= 0,64*	ρ= 0,29	ρ= 0,78*	ρ= -	ρ= 0,03
<i>SS</i>					p=---	p= 0,02	p= 0,35	p= 0,002	p= -	p= 0,91
						ρ= 1,00	ρ= 0,39	ρ= 0,28	ρ= -	ρ= 0,71*
<i>AT</i>						p=---	p= 0,20	p= 0,36	p= -	p= 0,009
							ρ= 1,00	ρ= -0,41	ρ= -	ρ= 0,70*
<i>ratio</i>							p=---	p= 0,17	p= -	p= 0,01
								ρ= 1,00	ρ= -	ρ= 0,31
<i>pH</i>								p=---	ρ= -	ρ= 0,31
										ρ= 1,00
										p=---

* p<0,05 pelo teste t, correlação de Pearson.

A %Pe, %Po, h° e a^* também se mostraram eficientes na identificação da maturidade fisiológica de frutos de *H. undatus* já que apresentaram forte dependência linear com outras 10 variáveis, seguidas pela MPe, b^* , CIRG e Po/Pe, as quais correlacionaram com nove, nove, oito e sete, respectivamente. A EPo, que além de aduzir forte associação linear inversamente proporcional à %Pe, também assumiu para h° ; sendo diretamente à MF, MPo, %Po, a^* e SS.

As variáveis MF e SS apresentaram forte correlação linear diretamente proporcional ao DE, EPo, MPo e %Po; e inversamente à %Pe. De acordo com Nerd, Gutman e Mizrahi (1999), o desenvolvimento da cor de frutos *H. undatus* apresenta relação com SS, corroborando aos dados expressos na Tabela 3.1, onde se observa uma correlação significativa fraca ($\rho < 0,80$) diretamente proporcional do teor de SS ao CIRG e a^* , e inversamente ao h° e b^* .

Entre as características avaliadas, L^* e DE foram as que menos fortemente associaram às demais, onde a primeira exibiu correlação diretamente proporcional à MPe, h° e b^* ; e inversamente à a^* , e a segunda, diretamente à MF e SS. As únicas variáveis que não correlacionaram fortemente com nenhuma outra foram EPe e C^* . As demais variáveis correlacionadas não apresentaram significância ou não foram fortemente dependentes.

Segundo Cavalini (2004), utilizar mais de uma variável para caracterizar um estágio de maturação permite uma maior precisão ao se classificar os frutos em seus estádios. Entretanto, conhecer a correlação entre os índices de maturação, possibilita avaliar uma variável em função de outra. Contudo, o teste de correlação não deve ser usado isoladamente para identificar o ponto de maturidade fisiológica de frutos, podendo promover a obtenção de informações incompletas ou incorretas, pois, a correlação significativa indica uma tendência de variação semelhante entre dois testes, não significando, porém, que há uma correspondente precisão de se ter atingido tal ponto.

De acordo Castillo-Martínez e Ortiz-Hernández (1994) a maturação de frutos de pitia compreende desde a primeira manifestação de coloração vermelha no pericarpo até o aparecimento de um rajado cor marrom. Como este último estado propicia a perda do valor comercial do fruto, os autores consideraram que a etapa útil de colheita ocorre dos 25 aos 31 DAA. Períodos similares foram obtidos por outros autores quanto a maturidade fisiológica de frutos dessa espécie,

como 28 a 30 DAA (TO et al., 2002), 29 a 31 DAA (CENTURION YAH et al., 2008) e 25 a 31 DAA (MARTÍNEZ CHÁVEZ, 2011).

Tais resultados corroboram ao presente trabalho, onde se observou que as características físicas e químicas influenciaram a maturação de frutos de pitáia, pois todas apresentaram diferenças significativas ao longo dos dias de coleta, com exceção do comprimento longitudinal. Os frutos de *H. undatus*, em Londrina-PR, Brasil, alcançaram a maturidade fisiológica entre o 30° e 32° DAA, quando houve acréscimo da relação polpa/pericarpo e decréscimo da massa de pericarpo, o que é desejado tanto pelos produtores, como pelos consumidores. Além disto, nesse período, os frutos tornaram-se completamente vermelhos, com elevado teor de sólidos solúveis, alcançando valores de acidez titulável, pH e *ratio* que são recomendados na literatura para a espécie em estudo.

3.6 CONCLUSÕES

A maturidade fisiológica de frutos de *Hylocereus undatus* ocorreu entre os 30 e 32 dias após a antese. No 30° DAA os frutos tornaram-se completamente vermelhos, com intensificação da tonalidade aos 31-32 DAA, tendo em vista o acréscimo do índice de cor de pericarpo e da variação entre verde e vermelho e o declínio do ângulo de cor Hue, alcançando valores correspondentes à cor vermelha.

Aos 31 DAA o teor de sólidos solúveis atingiu o ápice e aos 32 DAA houve acréscimo da relação polpa/pericarpo, decréscimo da massa de pericarpo, além da acidez titulável, do pH e do *ratio* alcançarem valores recomendados para a espécie.

Durante a evolução da maturação, observou-se aumento do diâmetro equatorial de fruto; espessura de polpa; massa de fruto e de polpa; porcentagem de polpa e cor; e redução na espessura e porcentagem de pericarpo; índice de luminosidade e variação entre azul e amarelo.

A massa de polpa foi a variável que mais apresentou forte associação com as demais analisadas.

4 ARTIGO B

MATURIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE PITAIA E CORRELAÇÃO COM DIÂMETRO EQUATORIAL DE FRUTO

4.1 RESUMO

Resumo: Determinar o período em que as sementes alcançam a maturidade fisiológica é de extrema importância para todas as espécies, pois auxilia o planejamento da colheita e o controle de qualidade. O presente trabalho teve como objetivo determinar o ponto de maturidade fisiológica de sementes de pitáia (*Hylocereus undatus*), a partir de índices de maturação, e correlacionar com a característica física diâmetro equatorial de fruto. Para o estudo, as flores foram etiquetadas na antese e a coleta iniciou-se 21 dias após, sendo realizada durante 12 dias, com a colheita diária de quatro frutos, submetidos ao delineamento experimental inteiramente casualizado. A fim de determinar o ponto de maturidade fisiológica, as sementes foram extraídas e analisadas segundo a massa seca; grau de umidade; germinação; índice de velocidade e tempo médio de germinação; condutividade elétrica; comprimento de raiz e de parte aérea e massa seca de plântulas. Os índices de maturação das sementes foram submetidos à análise de variância e estudo de regressão polinomial para efeito de dias após a antese e ainda correlação de Pearson ($p < 0,05$). A maturidade fisiológica de sementes de pitáia ocorreu entre o 28° e o 31° DAA. No 28° DAA foi alcançado o clímax da massa seca e o antauge do grau de umidade. Aos 29 DAA a estruturação do sistema de membranas foi favorecido, segundo o teste de condutividade elétrica; aos 30 DAA as plântulas expressaram maior comprimento de raiz e aos 31 DAA obteve-se as maiores porcentagens de germinação e comprimento de parte aérea de plântulas. O diâmetro equatorial de fruto mostrou-se eficiente na identificação do ponto de maturidade fisiológica de sementes. O índice de velocidade de germinação foi o índice de maturação que mais apresentou forte associação com os demais analisados.

Palavras-chave: Cactaceae. Índices de maturação. *Hylocereus undatus*. Qualidade fisiológica. Vigor.

4.2 ABSTRACT

Abstract: Determine the period when seeds reach physiological maturity is extremely important for all species, as it helps plan the harvest and the quality control. This study aimed to determine the physiological maturity of seeds of pitaya (*Hylocereus undatus*) from the maturation index, and correlate with the physical characteristic equatorial diameter of fruit. For the study, the flowers were tagged at anthesis and the harvest began 21 days after, being held for 12 days, with a daily harvest of four fruits, submitted to a completely randomized design. In order to determine the physiological maturity, seeds were extracted and analyzed by dry matter; degree of humidity; germination; speed index of germination; mean

germination time; electrical conductivity; length of roots; length of shoots and seedling dry weight. The maturation index of the seeds were subjected to analysis of variance and study of polynomial regression to effect of days after anthesis and Pearson correlation ($p < 0.05$). The physiological maturity of seeds of pitaya occurred between 28° and 31° DAA. At 28 DAA has reached the climax of the dry mass and the perigee of the degree of humidity. At 29 DAA the structure of the membrane system was favored, according to the electrical conductivity; at 30 DAA the seedlings expressed greater length of roots and at 31 DAA yielded the highest germination and length of shoot seedlings. The equatorial diameter of fruit was effective in identifying physiological maturity of seeds. The speed index of germination was the maturation index most showed a strong correlation with the others analyzed.

Keywords: Cactaceae. Maturation index. *Hylocereus undatus*. Physiological quality. Vigor.

4.3 INTRODUÇÃO

Pertencente à família Cactaceae, pitaya (*Hylocereus undatus* (Haworth) Britton & Rose), que significa fruto de escamas, é a denominação utilizada tanto para a planta como para o fruto, sendo originária da América Tropical e Subtropical (ZEE; YEN; NISHINA, 2004; TEL-ZUR et al., 2004).

Atualmente, esta espécie ocupa um crescente nicho no mercado de frutas exóticas, despertando o interesse dos consumidores, devido suas características organolépticas e propriedades nutracêuticas; e dos fruticultores, em razão do valor comercial agregado, além de ser uma alternativa para o cultivo em áreas restritas, com altas temperaturas, baixo índice pluviométrico, solos arenosos e pedregosos (ANDRADE; MARTINS; SILVA, 2008; MOREIRA et al., 2011; SILVA; MARTINS; CAVALLARI, 2011).

O fruto é do tipo baga, com polpa suculenta, de tonalidade branca, vermelha ou magenta, de acordo com a espécie (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006; LORENZI et al., 2006; LIVERA-MUÑOZ et al., 2010). Nesta, encontram-se as sementes, distribuídas numerosamente, com, aproximadamente, 3 mm de diâmetro, coloração escura, de formato obovado, lisa e brilhante (CRANE; BALERDI, 2005; LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006; ANDRADE; MARTINS; SILVA, 2007).

A propagação pode ser feita por meio de sementes ou estruturas vegetativas. As sementes são importantes para obtenção de informações genéticas, devido a sua variabilidade, apresentando características desejáveis, que podem ser aproveitadas na seleção de genótipos, tais como produtividade, aparência externa, coloração de polpa e melhor adaptação às diferentes condições climáticas

(ANDRADE et al. 2008; SILVA; MARTINS; CAVALLARI, 2011). Além disso, apresenta elevada capacidade de germinação e menor possibilidade de transmitir doenças (VERHEIJ, 2005; ELOBEIDY, 2006).

Determinar o período em que as sementes alcançam a maturidade fisiológica é de extrema importância para todas as espécies, pois auxilia o planejamento da colheita e o controle de qualidade, tendo em vista que as condições edafoclimáticas podem apresentar influência durante o desenvolvimento (ALVES et al., 2005; IOSSI et al., 2007). Sua época de colheita e seu estágio de máxima qualidade podem ser identificados por meio do estudo e do estabelecimento de alguns parâmetros, denominados índices de maturação, que consistem em modificações morfológicas, físicas e fisiológicas, como grau de umidade, tamanho, forma, cor, massa fresca e seca, capacidade germinativa e vigor (POPINIGIS, 1985; SOUZA; LIMA, 1985; PIÑA-RODRIGUES; AGUIAR, 1993; MARCOS FILHO, 2005; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Para Popinigis (1985); Carvalho e Nakagawa (2012), a maturidade fisiológica da semente é atingida quando esta apresenta máxima massa seca e acentuada redução no grau de umidade, alterações visíveis no aspecto externo de frutos e sementes, que culmina com máxima capacidade germinativa e vigor das mesmas, estando aptas a desempenharem as funções fisiológicas que lhe são inerentes.

Apesar do aumento considerável de estudos da análise de sementes em espécies frutíferas, a maioria delas carece de subsídios básicos referentes às condições ideais de germinação (OLIVEIRA; ANDRADE; MARTINS, 2005). Desta forma, determinar o período em que as sementes alcançam a maturidade fisiológica, torna-se substancial quando visa-se otimizar sua colheita e qualidade. O trabalho teve como objetivo determinar o ponto de maturidade fisiológica de sementes de pitaia (*H. undatus*), a partir de índices de maturação, e correlacionar com a característica física diâmetro equatorial de fruto.

4.4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Universidade Estadual de Londrina (UEL), Estado do Paraná, no período de janeiro a maio de 2012. As sementes utilizadas foram obtidas de frutos de plantas matrizes de pitaia vermelha de polpa

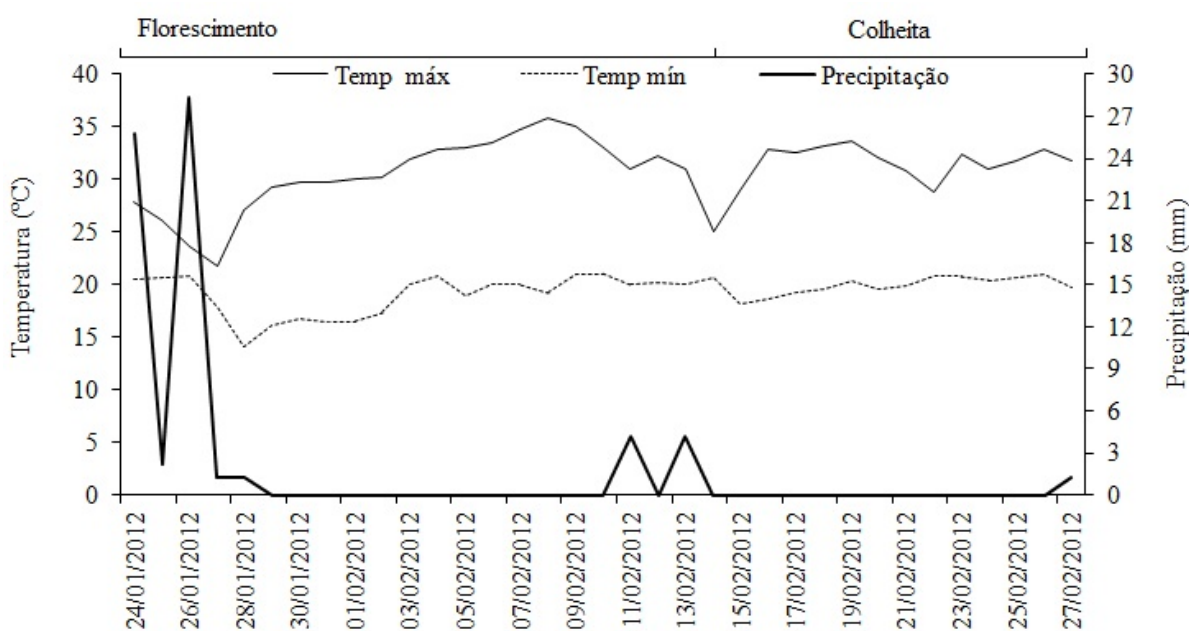
branca (*Hylocereus undatus*), com aproximadamente 10 anos de idade, cultivadas na área experimental do Departamento de Agronomia da UEL, localizada a 23°23' S e 51°11' W e altitude média de 566 m.

As plantas de pitaia encontram-se em uma área em que o solo é classificado como NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico latossólico (EMBRAPA, 2006), em um espaçamento de 2,0 x 3,0 m, tutoradas em palanques de 2,5 m de altura, sendo que em cada palanque há duas plantas.

Para o estudo da maturidade fisiológica das sementes, as flores foram polinizadas manualmente, no período noturno e identificadas na antese; e a coleta de frutos iniciou 21 dias após, sendo realizada durante 12 dias, com a colheita de quatro frutos diários, submetidos ao delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro subamostras provenientes de cada fruto colhido, totalizando 16 repetições por tratamento.

Os valores de temperaturas mínimas e máximas e de precipitação foram obtidos durante todo o período de execução do experimento através da utilização de Datalogger Instrutherm modelo HT-500®, instalado na área experimental (Figura 4.1).

Figura 4.1 – Temperaturas mínimas e máximas e precipitação, diárias, entre o florescimento e a colheita dos frutos de pitaia. Londrina-PR



Os frutos de cada subamostra foram coletados pela manhã, sendo encaminhados ao laboratório de Tecnologia e Produção de Sementes da UEL, imediatamente após a colheita, para a análise das variáveis. Com auxílio de paquímetro analógico, determinou-se o diâmetro equatorial de fruto (DEF), expresso em cm, a fim de correlacionar com os índices de maturação a serem analisados a partir das sementes.

A polpa dos frutos foi extraída manualmente, com auxílio de uma colher e, em seguida, acondicionadas em becker, com volume de 2 L, com adição de solução composta por água (1 L) e sacarose (25 g L^{-1}), permanecendo em repouso por 48 h, em temperatura ambiente, favorecendo o processo de fermentação para facilitar a extração das sementes.

Após o período de repouso, a solução foi peneirada, sob água corrente, para eliminar os resíduos da polpa e reter as sementes, as quais foram colocadas sobre papel e secas à sombra em temperatura ambiente, durante 48 h.

A massa seca (MSS) e o grau de umidade (GU) de sementes foram obtidos a partir de repetições compostas por 100 sementes e, assim, realizou-se a pesagem em balança analítica digital Shimadzu modelo AW 320[®], seguida por secagem, com base no método da estufa, a $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ durante 24 h (BRASIL, 2009). As amostras foram colocadas em dessecador por, aproximadamente, 2 h, para esfriar, com posterior pesagem das mesmas, mensurando a massa seca de sementes, expressa em g, e por diferença entre a massa fresca e seca, determinou-se o grau de umidade, em %.

Para a avaliação da germinação (%G), utilizou-se 50 sementes por repetição, as quais foram dispostas em caixas plásticas (tipo Gerbox[®]), forradas com papel mata-borrão umedecido duas vezes e meia a massa seca do substrato, com água destilada (BRASIL, 2009). O teste de germinação foi conduzido em B.O.D. com luz constante e temperatura de 25°C . As avaliações foram realizadas diariamente, por 19 dias, quando houve a estabilização da germinação. Considerou-se sementes germinadas as que apresentaram extensão radicular igual ou superior a 2 mm e os resultados foram expressos em % de sementes germinadas.

Em conjunto ao teste de germinação, o índice de velocidade de germinação (IVG) foi determinado de acordo com a metodologia de Maguire (1962) e o tempo médio de germinação (TMG), em dias, segundo Lima et al. (2006), a partir de contagens diárias.

No teste de condutividade elétrica (CE) utilizou-se, para cada repetição, 100 sementes, as quais foram colocadas em copos plásticos contendo 10 mL de água destilada e incubados em germinador a 25°C, realizando-se as leituras após 24 h de embebição, em condutivímetro Digimed modelo CD-21[®]. Os valores médios obtidos foram expressos em $\mu\text{S}^{-1}\text{cm}^{-1}$.

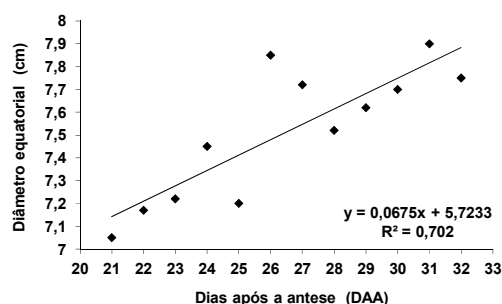
Para o teste de comprimento de plântulas foram utilizadas 25 sementes para cada repetição, dispostas em caixas plásticas (tipo Gerbox[®]), forradas com papel mata-borrão umedecido duas vezes e meia a massa seca do substrato, com água destilada (BRASIL, 2009). Este teste foi conduzido em câmaras de germinação do tipo B.O.D. com luz constante e temperatura de 25°C. Após 21 dias, com auxílio de uma régua graduada, foi registrado o comprimento da raiz (CR) e da parte aérea (CPA) de todas as plântulas normais, sendo os valores médios expressos em cm. Em seguida, foram acondicionadas em sacos de papel, colocadas em estufa a 65°C por um período de 24 h e após, pesado em balança analítica digital Shimadzu modelo AW 320[®], determinando-se a massa seca (MSP) e os resultados foram expressos em g plântula⁻¹.

Os índices de maturação das sementes foram submetidos à análise de variância e estudo de regressão polinomial para efeito de dias após a antese e ainda correlação de Pearson ($p < 0,05$).

4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

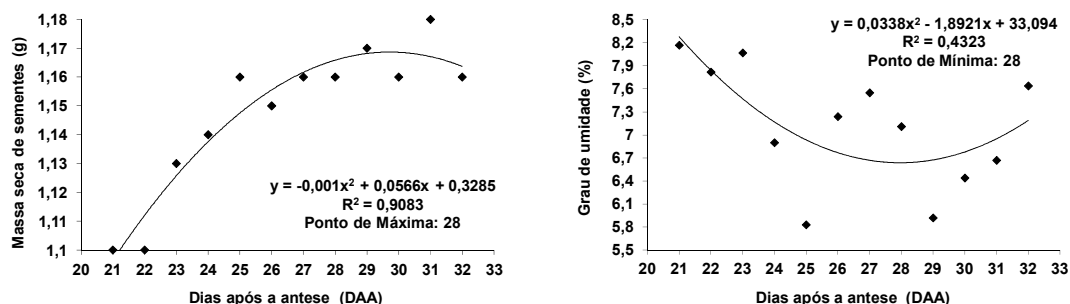
O diâmetro equatorial de fruto (DEF) de pitáia (*H. undatus*) comportou-se linearmente pela análise de regressão, com tendência crescente (de 7,0 a 7,9 cm) conforme o avanço da maturação (Figura 4.2). Centurion Yah et al. (2008) estudando a maturação de frutos desta mesma espécie, observaram mudança contínua durante o crescimento, alcançando, aos 31 DAA, diâmetro equatorial de 8,2 cm, valor próximo ao obtido no presente estudo (7,9 cm), sendo o mesmo verificado por Osuna Enciso et al. (2007). Martínez Chávez (2011), ao trabalhar com diferentes materiais genéticos da espécie *Hylocereus* spp., obteve frutos de pitáia com diâmetro equatorial variando de 5,2 a 7,8 cm.

Figura 4.2 – Diâmetro equatorial de frutos (DEF) de pitiaia do 21º ao 32º dias após a antese (DAA). Londrina-PR, 2012



Na Figura 4.3 está apresentado o comportamento da massa seca (MSS) e do grau de umidade (GU) de sementes de pitiaia, durante a evolução da maturação, em dias após a antese (DAA), sendo possível observar que ambas ajustam-se a uma função quadrática pelo estudo de regressão, com ponto de máxima e de mínima, respectivamente, aos 28 DAA.

Figura 4.3 – Massa seca (MSS) e grau de umidade (GU) de sementes de pitiaia do 21º ao 32º dias após a antese (DAA). Londrina-PR, 2012



Com o avanço da maturação das sementes de *H. undatus*, contata-se incremento na massa seca até o 28º DAA (Figura 4.3), a qual, por ser um dreño, recebe produtos da fotossíntese, como proteínas, açúcares, lipídios e outras substâncias, até atingir valor máximo, quando cessa a translocação planta-semente (DIAS, 2001). Para Carvalho e Nakagawa (2012), a semente atinge o máximo de massa seca ao alcançar o ponto de maturidade fisiológica, fase esta em que há o máximo de sua viabilidade e o mínimo de deterioração; mostrando-se eficiente na determinação da maturidade fisiológica de sementes.

Em relação ao grau de umidade das sementes, nota-se que o comportamento é inversamente proporcional à massa seca, ou seja, o conteúdo

inicial de água encontra-se elevado, com tendência de redução durante as coletas até o 28º DAA. Diversos autores analisando o grau de umidade durante o desenvolvimento da maturação de sementes de quaresmeira - *Tibouchina granulosa* (Ders.) Cogn (LOPES; DIAS; PEREIRA, 2005), tomate – *Lycopersicon esculentum* Mill. (VIDIGAL et al., 2006), mamona - *Ricinus communis* L. (SILVA et al., 2009) e pinhão-manso - *Jatropha curcas* L. (SANTOS et al., 2012) verificaram que esta variável decresce com o avanço da maturação das sementes, corroborando com os resultados obtidos no presente trabalho (Figura 4.3).

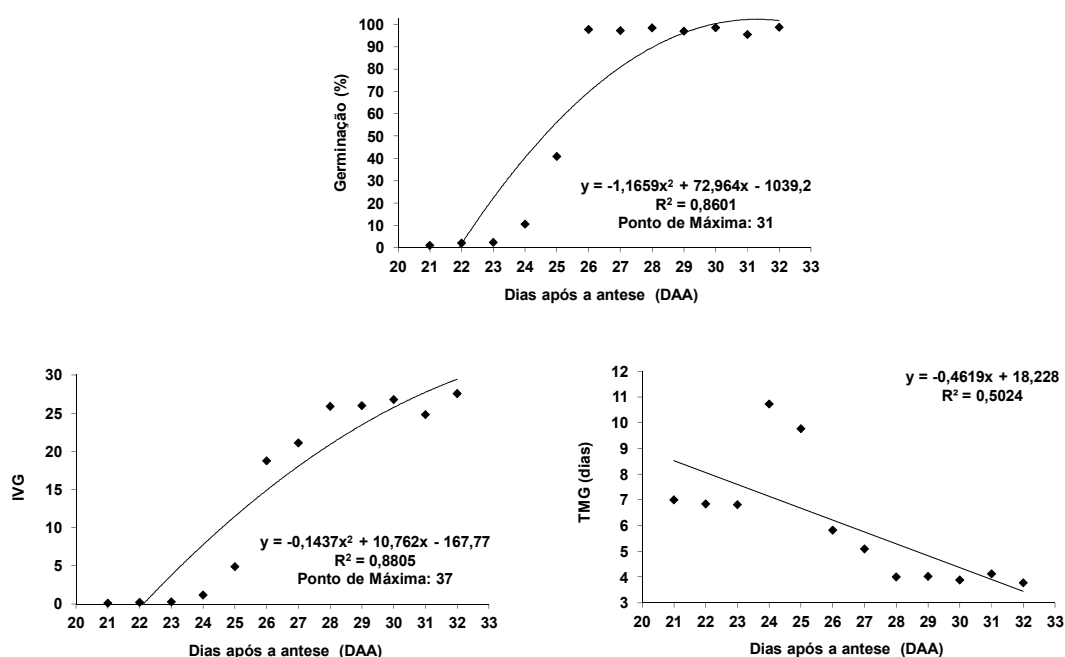
De acordo com Carvalho e Nakagawa (2012), a manutenção do elevado grau de umidade nas sementes no início do processo de maturação torna-se necessária para que os produtos fotossintetizados nas folhas da planta-mãe sejam translocados e depositados nas sementes em desenvolvimento, sendo utilizados como fonte de formação e, posteriormente, como reserva. No caso da pituaia, como suas sementes permanecem protegidas por frutos carnosos durante todo o processo de maturação, a redução do seu grau de umidade não é tão acentuada, pois sementes contidas nesse tipo de fruto não passam, em geral, pela fase de rápida desidratação, nem sofrem grandes oscilações, em função da umidade relativa do ar.

Comportamentos similares foram obtidos em outros estudos, onde constataram que a equação ajustada, tanto para a massa seca como para o grau de umidade de sementes, foi de ordem quadrática, ao avaliarem a maturação de sementes de urucum - *Bixa orellana* L. (MENDES; FIGUEIREDO; SILVA, 2006), tamareira-anã - *Phoenix roebelenii* O'Brien (IOSSI et al., 2007) e pitanga - *Eugenia uniflora* L. (AVILA et al., 2009). Desta forma, é possível inferir que o comportamento encontrado segue o padrão esperado no desenvolvimento das sementes, ou seja, após a fase de crescimento inicial (divisão celular), ocorre a substituição do conteúdo de água pela matéria seca, o que ocasiona redução no grau de umidade e aumento da massa seca. A redução da massa seca das sementes, após o ponto de máxima, pode ser explicada pelo processo de secagem de maturação ou dessecação, através do qual, após atingirem tamanho máximo, os valores apresentam declínio (CASTRO; BRADFORD; HILHORST, 2004).

A germinação (%G) e o índice de velocidade de germinação (IVG) ajustaram-se ao modelo de regressão polinomial de ordem 2; enquanto o tempo médio de germinação (TMG) comportou-se linearmente (Figura 4.4). Nas primeiras

coletas, as sementes não apresentaram germinação, o qual teve acréscimo paulatino, com intensificação a partir dos 26 DAA, quando as sementes alcançaram valores próximos a 100% de germinação, com ponto de máxima aos 31 DAA, mostrando que há aumento do potencial germinativo das sementes com o avanço da maturação. Outros autores também não obtiveram germinação das sementes nas coletas iniciais, com aumento progressivo no percentual germinativo com o avanço da maturação, trabalhando com pimentão - *Capsicum annuum* L. (SANCHEZ et al., 1993), quaresmeira (LOPES; DIAS; PEREIRA, 2005) e tomate (VIDIGAL et al., 2006). Negreiros et al. (2006) avaliando a influência do estágio de maturação na germinação de sementes de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) também obteve sementes com maior capacidade germinativa durante as avaliações.

Figura 4.4 – Germinação (%G), índice de velocidade (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) de sementes de pitaita do 21º ao 32º dias após a antese (DAA). Londrina-PR, 2012

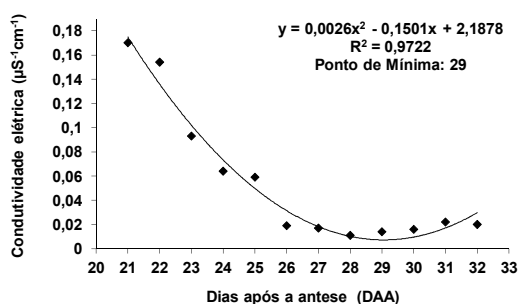


O índice de velocidade de germinação, que também é explicado por uma equação de ordem quadrática, apresentou desempenho crescente (de 0,08 a 27,57), com ponto de máxima aos 37 DAA (Figura 4.4). Comportamento semelhante foi obtido por Lopes, Dias e Pereira (2005), que ao trabalharem com sementes de quaresmeira, observaram que o vigor avaliado pelo IVG apresentou valores crescentes, mantendo-se nos níveis mais altos e similares nas últimas coletas.

O tempo médio de germinação comportou-se linearmente ao longo das coletas das sementes, ou seja, com o avanço da maturação, demandou-se menor tempo para as sementes germinarem, com decréscimo de 10,73 para 3,77 dias, expressando melhor qualidade das mesmas (Figura 4.4). Valdes e Gray (1998) também notaram que ao colherem frutos de tomate com diferentes idades, o tempo médio de germinação das sementes diferiu significativamente entre os estádios de maturação do fruto, sendo maior nas sementes menos maduras, decrescendo com o decorrer da maturação.

A partir do teste de condutividade elétrica (CE), que reduziu de 0,17 a $0,01 \mu\text{S}^{-1}\text{cm}^{-1}$, observa-se que a estruturação do sistema de membranas é favorecida com a proximidade ao ponto de maturidade fisiológica das sementes de *H. undatus*, em razão da menor quantidade de solutos liberados na solução de água e conseqüentemente, maior o vigor das mesmas. Pela curva ajustada a partir da equação de regressão polinomial, aos 29 DAA a condutividade elétrica atingiu valor mínimo (Figura 4.5). O mesmo foi constatado por Vidigal et al. (2006); Neto et al. (2012), ao avaliarem sementes de tomate e de jerimum (*Curcubita moschata* Duch), respectivamente, observando que a condutividade elétrica decresce com o avanço da maturação das sementes, indicando que as membranas celulares tornam-se satisfatoriamente organizadas por ocasião da colheita dos frutos.

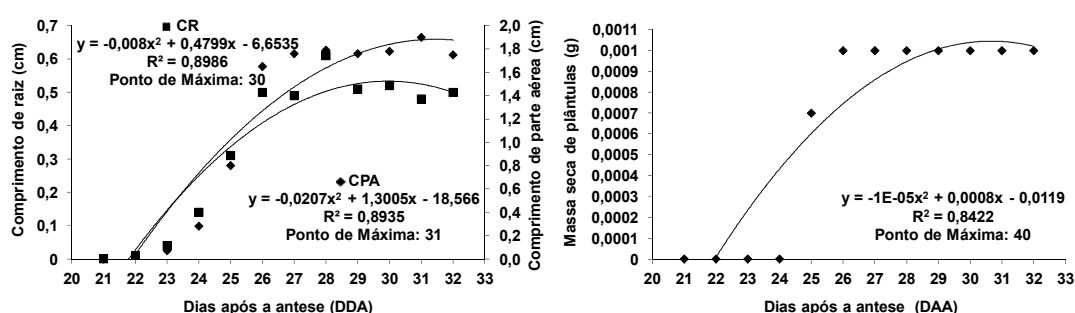
Figura 4.5 – Condutividade elétrica (CE) de sementes de pituaia do 21º ao 32º dias após a antese (DAA). Londrina-PR, 2012



Em trabalho realizado com tomate, Demir e Ellis (1992) verificam maiores valores de condutividade elétrica, ou seja, menor vigor, para sementes colhidas aos 75 DAA, quando comparadas com as obtidas de colheitas realizadas aos 45, 55 e 65 DAA, podendo ter alcançado a maturidade fisiológica em períodos antecessores a este.

Na Figura 4.6 é possível observar que o comprimento de raiz (CR) e de parte aérea (CPA), que variaram de 0,01 a 0,61 cm e de 0,1 a 1,9 cm, respectivamente, ajustam-se a uma função quadrática pelo estudo de regressão, apresentando tendência similar, ou seja, durante as avaliações constata-se acréscimo até atingirem o ponto de máxima, os quais assumem valores próximos entre si, sendo de 30 e 31 DAA, respectivamente. Firmino et al. (1996), trabalhando com cerejeira (*Torresia acreana* Ducke), observaram resultados análogos, onde o comprimento de raiz e de parte aérea das plântulas obtidas de sementes provenientes de frutos verdes apresentaram os menores comprimentos em ambas, indicando que nesse estágio as sementes encontravam-se com vigor ligeiramente inferior, quando comparadas com as sementes oriundas de estádios mais próximos à maturidade fisiológica.

Figura 4.6 – Comprimento de raiz (CR) e de parte aérea (CPA) e massa seca de plântulas (MSS) de pitaita do 21º ao 32º dias após a antese (DAA). Londrina-PR, 2012



Braga Júnior (2009), avaliando a maturação de sementes de mamona, observou que os dados de comprimento de raiz das plântulas ajustaram-se ao modelo quadrático da regressão polinomial, onde se teve aumento até os 21 DAA, com posterior declínio linear. Vale ressaltar que o ponto de máxima encontrado pelo autor foi bem antecipado ao momento da maturidade fisiológica das sementes de mamona, a qual ocorreu aos 42 DAA.

Alexandre et al. (2006), estudando três estádios de maturação (estádio 1 - fruto firme e parcialmente maduro; estágio 2 - fruto firme e maduro e estágio 3 - fruto coletado no solo e sem firmeza) de sementes de jaboticabeira (*Myrciaria jaboticaba* Berg.), constaram aumento para a variável comprimento de raiz quando os frutos encontraram-se firmes e maduros. Porém, houve redução em

frutos coletados no solo e sem firmeza, ressaltando mais uma vez, que a tendência é que as plântulas apresentem maior comprimento de raiz até se atingir a maturidade fisiológica de sementes, com posterior perda de vigor. Em relação ao comprimento de parte aérea, os mesmos autores não obtiveram diferença significativa, resultado que contradiz aos obtidos no presente trabalho, o qual proporcionou obter plântulas com maior comprimento de parte aérea com a evolução da maturação de sementes de pitaia (Figura 4.6).

A curva obtida a partir da equação de regressão mostra que o aumento da massa seca de plântulas (MSP) também foi crescente, concordando com o comprimento de raiz e de parte aérea (Figura 4.6). Sader e Silveira (1988), avaliando a maturidade fisiológica de sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.), observaram que a massa seca tende a aumentar com a evolução da maturação. No entanto, os maiores valores foram obtidos antes da maturidade fisiológica, apesar de não haver diferenças significativas até tal estágio.

Corvello et al. (1999), estudando a evolução da maturação de sementes de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.), constataram que a massa seca de plântulas continuou a aumentar até a 35ª semana após a antese (SAA), mesmo após as sementes terem alcançado a maturidade fisiológica, entre a 29 e 31ª SAA.

Considerou-se correlação significativa entre as variáveis com forte dependência linear, ρ igual ou superior a 0,80, sendo que valores inferiores a estes foram classificados como de fraca correlação (Tabela 4.1). O DEF apresentou forte associação linear diretamente proporcional à MSS, %G, IVG, CR, CPA e MSP; e inversamente proporcional à CE, ou seja, correlacionou-se com a maioria das variáveis analisadas como índice de maturação para sementes de pitaia, indicando a possibilidade de identificar o ponto de maturidade fisiológica das sementes desta espécie segundo o diâmetro equatorial de fruto, tendo em vista ser uma variável de fácil avaliação pelo produtor, além de não destrutiva.

Corroborando com o presente estudo, Avila et al. (2009), ao estudarem a evolução da maturação de sementes de pitanga, concluíram que a maturidade fisiológica dessas sementes foi alcançada quando o diâmetro equatorial de fruto atingiu seu valor máximo, constatando a eficiência desta variável na identificação da maturidade fisiológica de sementes.

Tabela 4.1 – Coeficiente de correlação (ρ) entre as variáveis: diâmetro equatorial de fruto (DEF), massa seca de sementes (MSS), grau de umidade (GU), germinação (%G), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), condutividade elétrica (CE), comprimento de raiz (CR), comprimento de parte aérea (CPA) e massa seca de plântulas (MSP) de pitaia do 21º ao 32º dias após a antese (DAA). Londrina-PR, 2012

Variáveis	DEF	MSS	GU	%G	IVG	TMG	CE	CR	CPA	MSP
DEF	$\rho = 1,00$	$\rho = 0,80^*$	$\rho = -0,29$	$\rho = 0,88^*$	$\rho = 0,85^*$	$\rho = -0,61^*$	$\rho = -0,85^*$	$\rho = 0,83^*$	$\rho = 0,88^*$	$\rho = 0,85^*$
MSS	$\rho = \text{---}$	$\rho = 0,001$	$\rho = 0,34$	$\rho = 0,0002$	$\rho = 0,0004$	$\rho = 0,03$	$\rho = 0,0004$	$\rho = 0,0007$	$\rho = 0,0001$	$\rho = 0,0003$
GU		$\rho = 1,00$	$\rho = -0,68^*$	$\rho = 0,84^*$	$\rho = 0,81^*$	$\rho = -0,45$	$\rho = -0,94^*$	$\rho = 0,88^*$	$\rho = 0,87^*$	$\rho = 0,87^*$
%G		$\rho = \text{---}$	$\rho = 0,01$	$\rho = 0,0005$	$\rho = 0,001$	$\rho = 0,13$	$\rho = <0,0001$	$\rho = 0,0001$	$\rho = 0,0002$	$\rho = 0,0002$
IVG			$\rho = 0,00$	$\rho = -0,42$	$\rho = -0,37$	$\rho = -0,02$	$\rho = 0,55^*$	$\rho = -0,50$	$\rho = -0,45$	$\rho = -0,49$
TMG			$\rho = \text{---}$	$\rho = 0,16$	$\rho = 0,22$	$\rho = 0,94$	$\rho = 0,05$	$\rho = 0,09$	$\rho = 0,13$	$\rho = 0,10$
CE				$\rho = 1,00$	$\rho = 0,97^*$	$\rho = -0,75^*$	$\rho = -0,89^*$	$\rho = 0,98^*$	$\rho = 0,99^*$	$\rho = 0,98^*$
CR				$\rho = \text{---}$	$\rho = <0,0001$	$\rho = 0,004$	$\rho = <0,0001$	$\rho = <0,0001$	$\rho = <0,0001$	$\rho = <0,0001$
CPA					$\rho = 1,00$	$\rho = -0,83^*$	$\rho = -0,85^*$	$\rho = 0,94^*$	$\rho = 0,97^*$	$\rho = 0,96^*$
MSP					$\rho = \text{---}$	$\rho = 0,0007$	$\rho = 0,0004$	$\rho = <0,0001$	$\rho = <0,0001$	$\rho = <0,0001$
						$\rho = 1,00$	$\rho = 0,49$	$\rho = -0,66^*$	$\rho = -0,73^*$	$\rho = -0,74^*$
						$\rho = \text{---}$	$\rho = 0,10$	$\rho = 0,01$	$\rho = 0,006$	$\rho = 0,005$
							$\rho = 1,00$	$\rho = -0,93^*$	$\rho = -0,90^*$	$\rho = -0,87^*$
							$\rho = \text{---}$	$\rho = <0,0001$	$\rho = <0,0001$	$\rho = 0,0002$
								$\rho = 1,00$	$\rho = 0,98^*$	$\rho = 0,96^*$
								$\rho = \text{---}$	$\rho = <0,0001$	$\rho = <0,0001$
									$\rho = 1,00$	$\rho = 0,99^*$
									$\rho = \text{---}$	$\rho = <0,0001$
										$\rho = 1,00$
										$\rho = \text{---}$

* $p < 0,05$ pelo teste t, correlação de Pearson.

A MSS, %G, IVG, CE, CR, CPA e MSP também se mostraram eficientes na identificação da maturidade fisiológica de sementes de *H. undatus* já que apresentaram forte dependência linear com outras seis variáveis, com exceção do IVG, o qual sobressaiu ao correlacionar com sete variáveis (Tabela 4.1).

A MSS apresentou forte dependência linear com as variáveis %G, IVG, CR, CPA e MSP, indicando que o aumento entre ambas é proporcional; e inversamente à CE, com o aumento da MSS ocorreu uma redução proporcional da CE (Tabela 4.1). Crookston e Hill (1978) ao avaliarem a maturação fisiológica de soja (*Glycine max* L. Merr.), também observaram que a massa seca de sementes é um parâmetro significativo na utilização como indicador da sua maturidade fisiológica. Porém, Guimarães et al. (1998) constataram que esse parâmetro não pode ser utilizado de maneira eficaz como índice de maturação ao trabalhar com Zínia (*Zinnia elegans* Jacq.).

Mendes, Figueiredo e Silva (2006) reportaram que em sementes de urucum, a massa seca de sementes teve uma correlação significativa positiva com a variável porcentagem de germinação ($p=0,90$), sendo que na Tabela 4.1 também se observa forte associação linear entre estas variáveis ($p=0,84$). Os mesmos autores ainda relatam que para as sementes dessa espécie, o máximo de massa seca coincidiu com o ápice da germinação e do vigor, mostrando-se eficiente na detecção do seu ponto de maturidade fisiológica. Ainda assim, para algumas espécies, o máximo vigor e germinação da semente não coincidem com o excelso da massa seca, demonstrando que nesses estudos, diferentes características de qualidade continuam a se desenvolver após as sementes terem atingido o auge de massa seca (ELLIS; PIETRA FILHO, 1992; LIMA JÚNIOR, 1999).

A %G também se correlacionou inversamente com a variável CE; e diretamente ao IVG, CR, CPA, MSP e MSS (Tabela 4.1). Resultados similares foram verificados por Iossi et al. (2007), com tamareira-anã, os quais comprovaram uma coincidência nos valores máximos de massa seca de sementes, vigor e porcentagem de germinação, estabelecendo-se uma correlação entre estas características estudadas para a determinação do ponto de maturidade fisiológica dessas sementes.

Já o IVG, que além de aduzir forte associação linear inversamente proporcional à CE, também assumiu para TMG; sendo diretamente ao CR, CPA, MSP, MSS e %G (Tabela 4.1). Lopes, Dias e Pereira (2005), ao trabalharem com

sementes de quaresmeira, observaram que o vigor avaliado pelo IVG apresentou correlação altamente positiva com a porcentagem de germinação das sementes ($p=0,98$), corroborando com os resultados obtidos neste estudo ($p=0,97$).

A variável CE mostrou correlação inversamente ao CR, CPA, MSP, MSS, %G e IVG; e por fim, o CR e o CPA exibiram forte associação linear diretamente proporcional entre si, além da MSP, MSS, %G e IVG. As demais variáveis correlacionadas não apresentaram significância ou não foram fortemente dependentes, a exemplo do GU e TMG, as quais foram as únicas variáveis que apresentaram fraca associação linear, onde a primeira exibiu correlação diretamente proporcional à CE, e a segunda inversamente ao CR, CPA e MSS (Tabela 4.1).

No entanto, Silva et al. (2009) constataram que para sementes de mamoneira, o grau de umidade das sementes é um parâmetro eficiente para a identificação do ponto de colheita, principalmente se usado conjuntamente com a cor de frutos e de sementes.

Contudo, o teste de correlação não deve ser usado isoladamente para identificar o ponto de maturidade fisiológica de sementes, podendo promover a obtenção de informações incompletas ou incorretas, pois, a correlação significativa indica uma tendência de variação semelhante entre dois testes, não significando, porém, que há uma correspondente precisão de se ter atingido tal ponto.

4.6 CONCLUSÕES

A maturidade fisiológica de sementes de pitiaia (*Hylocereus undatus*) ocorreu entre o 28º e o 31º DAA. No 28º DAA foi alcançado o clímax da massa seca e o antauge do grau de umidade. Aos 29 DAA a estruturação do sistema de membranas foi favorecido, segundo o teste de condutividade elétrica; aos 30 DAA as plântulas expressaram maior comprimento de raiz e aos 31 DAA obteve-se as maiores porcentagens de germinação e comprimento de parte aérea de plântulas.

O diâmetro equatorial de fruto mostrou-se eficiente na identificação do ponto de maturidade fisiológica de sementes. O índice de velocidade de germinação foi o índice de maturação que mais apresentaram forte associação com os demais analisados.

CONCLUSÕES

A maturidade fisiológica de frutos de *Hylocereus undatus* ocorreu dos 30 aos 32 dias após a antese (DAA); e a de sementes entre o 28º e o 31º DAA.

Para os frutos, a massa de polpa foi a variável que mais apresentou forte associação com as demais analisadas; para as sementes, foi o índice de velocidade de germinação.

O diâmetro equatorial de fruto mostrou-se eficiente na identificação do ponto de maturidade fisiológica de sementes.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDRE, R. S.; WAGNER JÚNIOR, A.; NEGREIROS, J. R. S.; BRUCKNER, C. H. Estádio de maturação dos frutos e substratos na germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de jaboticabeira. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 2, p. 227-230, abr./jun. 2006.
- ALVARENGA, E. M.; SILVA, R. F.; ARAÚJO, E. R.; CARDODO, A. A. Influência da idade e armazenamento pós-colheita dos frutos na qualidade de sementes de melancia. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 2, n. 2, p. 5-8, nov. 1984.
- ALVES, E. U.; SADER, R.; BRUNO, R. L. A.; ALVES, A. U. Maturação fisiológica de sementes de sabiá. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 1-8, jan./jun. 2005.
- 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**, Maringá, v. 30, n. 5, p. 697-700, 2008.
- ANDRADE, R. A.; MARTINS, A. B. G.; SILVA, M. T. H. Influência da fonte de material e do tempo de cura na propagação vegetativa da Pitaya Vermelha (*Hylocereus undatus* Haw). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 183-186, abr. 2007.
- ANDRADE, R. A.; OLIVEIRA, I. V. M.; MARTINS, A. B. G. Influência da condição e período de armazenamento na germinação de sementes de pitaya-vermelha. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 168-170, abr. 2005.
- ANDRADE, R. A.; OLIVEIRA, I. V. M.; SILVA, M. T. H.; MARTINS, A. B. G. Germinação de pitaya em diferentes substratos. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 1, p. 71-75, jan./mar. 2008.
- ARAÚJO, C. M.; GAVA, A. J.; ROBS, P. G.; NEVES, J. F.; MAIA, P. C. B. Características industriais do maracujá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) e maturação do fruto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 9, n. 9, p. 65-69, 1974.
- ARAÚJO, E. F.; MANTOVANI, E. C.; SILVA, R. F. Influência da idade e armazenamento dos frutos na qualidade de sementes de abóbora. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 4, n. 1, p. 77-87, 1982.
- 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.
- AROUCHA, E. M. M.; SILVA, R. F.; OLIVEIRA, J. G.; VIANA, A. P.; GONZAGA, M. P. Época de colheita e período de repouso dos frutos de mamão (*Carica papaya* L.) cv Golden na qualidade fisiológica das sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 537-543, maio/jun. 2005.

- ARRUDA, E.; MELO-DE-PINNA, G. F.; ALVES, M. Anatomia dos órgãos vegetativos de Cactaceae da caatinga pernambucana. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 589-601, jul./set. 2005.
- AVILA, L. A.; ARGENTA, S. M.; MUNIZ, B. F. M.; POLETO, I.; BLUME, E. Maturação fisiológica e coleta de sementes de *Eugenia uniflora* L. (Pitanga), Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.19, n. 1, p.61-68, 2009.
- AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. 1. ed. São Paulo: Nobel, 1993. 140 p.
- AYUB, R.; GUIZ, M.; BEM-AMOR, M.; GILLOT, L.; ROUSTAN, J. P.; LATCHÉ, A.; BOUZAYEN, M.; PECH, J. C. Expression of ACC oxidase antisense gene inhibits ripening of cantaloupe melon fruits. **Nature Biotechnology**, London, v. 14, n. 7, p. 862-866, jul. 1996.
- BARBEDO, A. S. C.; ZANIN, A. C. W.; BARBEDO, C. J.; NAKAGAWA, J. Efeitos da idade e do período de repouso pós-colheita dos frutos sobre a qualidade de sementes de berinjela. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.12, n. 1, p.14-18, 1994.
- BARBOSA, J. M. **Maturação de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf.** 1990. 144 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1990.
- BARRERA, E. D.; NOBEL, P. S. Carbon and water relations for developing fruits of *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller, including effects of drought and gibberellic acid. **Journal of Experimental Botany**, v. 55, n. 397, p. 719-729, mar. 2004.
- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. New York: Academic Press, 1998. 666 p.
- 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**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1106-1109, nov./dez. 2006.
- BLEINROTH, E. W. Colheita e beneficiamento. In: GONCATTI NETO, A.; GARCIA, A. E.; ARDITO, E. F. G.; GARCIA, E. E. C.; BLEINROTH, E. W.; MATALIO, M.; CHITARRA, M. I. F.; BORIN, M. R. **Goiaba para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA, 1996. p.12-23. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 20).
- BRAGA JÚNIOR, J. M. **Maturação, qualidade fisiológica e testes de vigor em sementes de mamona**. 2009. 118 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.
- CÁLIX DE DIOS, H. C.; CASTILLO-MARTÍNEZ, R. Estudio sobre la pitahaya amarilla de la Península de Yucatán. **Revista Trópico Rural**, v. 1, p. 31-35, jan./mar. 2008.

- CAMARGO, A.; MOYA, O. M. **Estudio preliminar de la influencia del choque térmico en la inhibición de daños por frío en la pitaya amarilla (*Acanthocereus pitaya*)**. 1995. 26 f. Tesis (Magister en Ciencias Farmacología) - Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 1995.
- CARREÑO, J.; MARTÍNEZ, A.; ALMELA, L.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. A. Proposal of an index for the objective evaluation of the color of red table grapes. **Food Research International**, Toronto, v. 24, n. 4, p. 373-377, 1995.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: Funep, 2012. 590 p.
- CASTELLAR, R.; OBÓN, J. M.; ALACID, M.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. A. Color properties and stability of betacyanins from *Opuntia* fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 9, p. 2772-2776, mar. 2003.
- CASTILLO-MARTÍNEZ, R.; LIVERA-MUÑOZ, M.; BRECHÚ FRANCO, A. E.; MÁRQUEZ-GUZMÁN, J. Compatibilidad sexual entre dos tipos de *Hylocereus* (Cactaceae). **Revista de Biología Tropical**, San José, v. 51, n. 3/4, p. 699-706, set. 2003.
- CASTILLO-MARTÍNEZ, R.; ORTÍZ-HERNÁNDEZ, Y. D. Floración y fructificación de pitajaya en Zaachila, Oaxaca. **Revista Fitotecnia Mexicana**, México, v. 17, n. 1, p. 12-19, jan. 1994.
- CASTRO, M. M.; GODOY, A. R.; CARDOSO, A. I. I. Qualidade de sementes de quiabeiro em função da idade e do repouso pós-colheita dos frutos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n. 5, p.1491-1495, set./out. 2008.
- CASTRO, R. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Ed.) **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. cap. 3, p.51-67.
- CAVALCANTE, Í. H. L.; MARTINS, A. B. G.; SILVA JÚNIOR, G. B.; ROCHA, L. F.; FALCÃO NETO, R.; CAVALCANTE, L. F. Adubação orgânica e intensidade luminosa no crescimento e desenvolvimento inicial da Pitaya em Bom Jesus-PI. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 3, p. 970-982, set. 2011.
- CAVALINI, F. C. **Índices de maturação, ponto de colheita e padrão respiratório de goiabas 'Kumagai' e 'Paluma'**. 2004. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- CENTURION YAH, A. R.; BAÉZ SAÑUDO, R.; PÉREZ VERGARA, M.; SOLÍS PEREIRA, S.; MERCADO SILVA, E.; SAUCEDO VELOZ, C.; SAURI DUCH, E. Crecimiento, desarrollo y comercialización de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante la postcosecha. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, Hermosillo, v. 2, p. 161-168, 2000.
- CENTURION YAH, A. R.; SOLÍS PEREIRA, S.; MERCADO SILVA, E.; BAÉZ SAÑUDO, R.; SAUCEDO VELOZ, C.; SAURI DUCH, E. Variación de las principales características de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante su maduración postcosecha. **Horticultura Mexicana**, Hermosillo, v. 7, n. 3, p. 419-425, 1999.

CENTURION YAH, A. R.; SOLÍS PEREIRA, S.; SAUCEDO VELOZ, C.; BAÉZ SAÑUDO, R.; SAURI DUCH, E. Cambios físicos, químicos y sensoriales en frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante su desarrollo. **Revista Fitotecnia Mexicana**, Chapingo, v. 31, n. 1, p. 1-5, jan./mar. 2008.

CHÁVEZ, S.; STEVENSON, Y. **Estudio del comportamiento de algunos parámetros, durante el curso de maduración de la pitaya amarilla (*Cereus triangularis* Haw)**. 1992. 43 f. Tesis (Magister en Ciencias Farmacología) - Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias, Bogotá, 1992.

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

CHUINE, I.; KRAMER, K.; HÄNNINEN, H. Plant development models. In: SCHWARTZ, M. D. **Phenology: An integrative environmental science**. 2. ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003. p. 217-235.

CORRALES GARCÍA, J. Caracterización, Poscosecha, Aprovechamiento e Industrialización de Pitayas y Pitahayas. In: FLORES VALEZ, C. A. (Ed.). **Pitayas y Pitahayas**. Chapingo: CIESTAAM, 2003. p. 137-173.

CORVELLO, W. B. V; VILLELA, F. A.; NEDEL, J. L.; PESKE, S. T. Maturação fisiológica de sementes de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 21, n. 2, p.23-27, 1999.

CRANE, J. H.; BALERDI, C. F. **Pitaya growing in the Florida home landscape**. Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS Extension), University of Florida, Orlando, 2005. HS 1068. 9 p. Disponível em: <<http://edis.ifas.ufl.edu/HS303>>. Acesso em 14 jun. 2012.

CROOKSTON, R. K.; HILL, D. S. A visual indicator of the physiological maturity of soybean seed. **Crop Science**, Madison, v.18, n. 5, p.867-870, 1978.

DEMIR, I.; ELLIS, R. H. Changes in seed quality during seed development and maturation in tomato. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 2, n. 2, p. 81-87, jun. 1992.

DIAS, D. C. F. Maturação de sementes. **Seed News**, Pelotas, v.5, n. 6, p.22-24, nov./dez. 2001.

DONADIO, L. C. Pitaya. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 637-929, set. 2009.

EGLI, D. B. **Seed biology and the yield of grain crops**. Wallingford: CAB International, 1998. 178 p.

ELLIS, R. H.; PIETRA FILHO, C. The development of seed quality in spring and winter cultivars of barley and wheat. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 2, n. 1, p. 9-15, mar. 1992.

ELOBEIDY, A. A. Mass propagation of pitaya (dragon fruit). **Fruits**, Paris, v. 61, n. 5, p. 313-319, set. 2006.

EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

ESQUIVEL, P. Los frutos de las cactáceas y su potencial como materia prima. **Agronomía Mesoamericana**, Alajuela, v. 15, n. 2, p. 215-219, 2004.

ESQUIVEL, P.; STINTZING, F. C.; CARLE, R. Comparison of morphological and chemical fruit traits from different pitaya genotypes (*Hylocereus* sp.) grown in Costa Rica. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, v. 81, n. 1, p. 7-14, 2007a.

ESQUIVEL, P.; STINTZING, F. C.; CARLE, R. Fruit characteristics during growth and ripening of different *Hylocereus* genotypes. **European Journal of Horticultural Science**, Stuttgart, v. 72, n. 5, p. 231-238, 2007b.

ESTEVEZ, M. T. C.; CARVALHO, V. D. Modificações nos teores de amido, açúcares e grau de doçura de frutos de seis cultivares de goiabeira (*Psidium guajava* L.) em diferentes estádios de maturação. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 6, n. 2, p.208-218, 1982.

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

FIRMINO, J. L.; SANTOS, D. S. B.; SANTOS FILHO, B. G. Características físicas e fisiológicas de sementes de cerejeira (*Torresia acreana* Ducke) quando as sementes foram coletadas do chão ou do interior dos frutos. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 18, n. 1, p. 28-32, 1996.

FRÁGUAS, C. B.; PEREIRA, A. R.; RODRIGUES, V. A.; FERREIRA, E. A.; PASQUAL, M. **Propagação in vitro de espécies ornamentais**. 2008. Disponível em: <http://www.editora.ufla.br/BolExtensao/pdfBE/bol_99.pdf>. Acesso em: 5 maio 2012.

GARNICA, G.; QUINTERO, E. **Estudio preliminar de la influencia de las bajas temperaturas sobre algunas características de la maduración de la pitaya amarilla (*Acanthocereus pitajaya*)**. 1994. 43 f. Tesis (Magister en Ciencias Farmacología) - Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 1994.

GUIMARÃES, T. G.; OLIVEIRA, D. A.; MANTOVANI-ALVARENGA, E.; GROSSI, J. A. S. Maturação fisiológica de sementes de zínia (*Zinnia elegans* Jacq.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 7-11, 1998.

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

HARDENBURG, R. E.; WATADA, A. E.; WANG, C. Y. **The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks**. Washington: USDA, 1986. 130 p. (Agriculture Handbook, 66).

HIRSCH, G. E.; FACCO, E. M. P.; RODRIGUES, D. B.; VIZZOTTO, M.; EMANUELLI, 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.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise dos alimentos**. 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. 371 p.

IOSSI, E.; SADER, R.; MORO, F. V.; BARBOSA, J. C. Maturação fisiológica de sementes de *Phoenix roebelenii* O'Brien. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 147-154, jan./jun. 2007.

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A.; STEVENS, P. F.; DONOGHUE, M. J. **Plant Systematics: A phylogenetic approach**. 3. ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2008. 576 p.

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

KAYS, S. J. **Postharvest physiology and handling of perishable plant products**. New York: AVI, 1991. 532 p.

KIESLING, R. Cactaceas de la Argentina promisorias agronomicamente. **Journal of the Professional Association for Cactus Development**, Texcoco, v.4, n.1, p. 11-14, 2001.

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

LIMA, J. D.; ALMEIDA, C. C.; DANTAS, V. A. V.; SILVA, B. M. S.; MORAES, W. S. Efeito da temperatura e do substrato na germinação de sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinioideae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 513-518, jul./ago. 2006.

LIMA JÚNIOR, M. J. V. **Desiccation tolerance, development, maturation and storage of seeds of several tropical tree species**. 1999. 155 f. Thesis (Ph.D. in Agronomy) - The University of Reading, England, 1999.

LIN, S. S. Efeito do tamanho e maturidade sobre a viabilidade, germinação e vigor do fruto do palmitero. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 8, n. 1, p. 57-66, 1988.

LIVERA-MUÑOZ, M.; ORTÍZ-HERNÁNDEZ, Y. D.; CASTILLO-MARTÍNEZ, R.; CASTILLO-GONZÁLEZ, F.; MARTÍNEZ-CHÁVEZ, R.; RAMÍREZ-DELGADILLO, J. J.; VALENCIA-BOTÍN, A. J.; CARRILLO-SALAZAR, J. A. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): problemas, logros y perspectivas. In: CRUZ-IZQUIERDO, S.; MURATALLA, A. L. Y.; KATO, A. T. Y. (Comps.). **La investigación al servicio del campo mexicano**. Montecillo: Colegio de Posgraduados - Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad-Genética, 2010. p. 57-59.

LOPES, J. C.; DIAS, P. C.; PEREIRA, M. D. Maturação fisiológica de sementes de quaresmeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 8, p. 811-816, ago. 2005.

LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo *in natura*)**. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006. 640 p.

LUDERS, L.; McMAHON, G. **The pitaya or dragon fruit (*Hylocereus undatus*)**. 2004. Disponível em: <<http://www.nt.gov.au/d/Content/File/p/Fruit/778.pdf>>. Acesso em: 26 jun. 2012.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MANICA, I.; ICUMA, I. M.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SALVADOR, J. O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. **Fruticultura Tropical: Goiaba**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2000. 373 p.

MANTOVANI, E. C.; SILVA, R. F.; CASALI, V. W. D.; CONDÉ, A. R. Desenvolvimento e maturação fisiológica de sementes de pimentão (*Capsicum annuum* L.). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 27, n. 152, p. 356-368, 1980.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.

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

MARQUES, V. B. **Propagação seminífera e vegetativa de pitaia (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose)**. 2008. 86 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

MÁRQUEZ-GUZMÁN, J. G.; CASTILLO-MARTÍNEZ, R.; LIVERA-MUÑOZ, M. Caracterización morfológica y compatibilidad sexual de cinco genotipos de pitahaya (*Hylocereus undatus*). **Agrociencia**, Montevideo, v. 39, n. 2, p. 183-194, mar./abr. 2005.

MARTÍNEZ CHÁVEZ, R. **Relaciones entre genotipo, productividad y calidad de fruto en pitahaya (*Hylocereus* spp.)**. 2011. 66 f. Tesis (Maestro en Ciencias) - Colegio de Postgraduados, Montecillo, 2011.

McGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, Alexandria, v. 27, n. 12, p. 1254-1255, 1992.

MENDES, A. M. S.; FIGUEIREDO, A. F.; SILVA, J. F. Crescimento e maturação dos frutos e sementes de urucum. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 1, p.133-141, jan./abr. 2006.

MERÁZ ALVARADO, M. R.; GÓMEZ CRUZ, M. A.; SCHWENTESIUS RINDERMANN, R. Pitahaya de México: Producción y comercialización en el contexto

internacional. In: FLORES VALEZ, C. A. (Ed.). **Pitayas y Pitahayas**. México: CIESTAAM, 2003. p. 97-121.

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

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.; NERD, A.; NOBEL, P. S. 1997. Cacti as crops. **Horticultural Review**, New York, v. 18, n. 1, p. 291-320, 1997.

MIZRAHI, Y.; NERD, A.; SITRIT, Y. New Fruits for Arid Climates. In: JANICK, J.; WHIPKEY, A. (Eds.). **Trends in New Crops and New Uses**. Alexandria: ASHS Press, 2002. p. 378-384.

MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; MARQUES, V. B.; ARAÚJO, N. A.; MELO, P. C. Crescimento de pitaiá vermelha com adubação orgânica e granulada bioclastica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 5, p. 785-788, maio 2011.

MUTTON, L. L.; CULLIS, B. R.; BLAKENEY, A. B. The objective definition of eating quality in rockmelons (*Cucumis melo*). **Journal of the Science of Food and Agricultural**, v. 32, n. 4, p. 385-391, abr. 1981.

NEGREIROS, J. R. S.; WAGNER JÚNIOR, A.; ÁLVARES, V. S.; SILVA, J. O. C.; NUNES, E. S.; ALEXANDRE, R. S.; PIMENTEL, L. D.; BRUCKNER, C. H. Influência do estágio de maturação e do armazenamento pós-colheita na germinação e desenvolvimento inicial do maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 21-24, abr. 2006.

NERD, A.; GUTMAN, F.; MIZRAHI, Y. Ripening and postharvest behaviour of fruits of two *Hylocereus* species (Cactaceae). **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 17, n.1, p. 39-45, set. 1999.

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

NERD, A.; MIZRAHI, Y. The effect of ripening stage on fruit quality after storage of yellow pitaya. **Postharvest Biology and Tecnology**, Amsterdam, v. 15, n. 2, p. 99-105, fev. 1999.

NERD, A.; SITRIT, Y.; KAUSHIK, R. A.; MIZRAHI, Y. High Summer temperatures inhibit flowering in vine pitaya crops (*Hylocereus* spp.). **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 96, n.1/4, p. 343-350, dez. 2002.

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

NETO, A. F.; SILVA, M. F.; DANTAS, B. F.; TEIXEIRA, R. A.; REIS, D. S. Avaliação da maturação fisiológica de sementes de jerimum (*Curcubita moschata* Duch)

cultivadas na região semiárida. **Revista Verde**, Mossoró, v. 7, n. 4, p. 10-17, out./dez. 2012.

OLIVEIRA, A. K. M.; SCHLEDER, E. D.; FAVERO, S. Caracterização morfológica, viabilidade e vigor de sementes de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex. S. Moore. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 1, p.25-32, jan./fev. 2006.

OLIVEIRA, I. V. M.; ANDRADE, R. A.; MARTINS, A. B. Influência da temperatura na germinação de sementes de *Annona montana*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 344-345, ago. 2005.

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

OSUNA ENCISO, T.; BUSTAMANTE FRANCISCO, B.; MENDOZA TORRES, A. L.; ZEA, M. F. Fenología reproductiva y calidad del fruto de pitahaya (*Hylocereus undatus*) en Sinaloa, México. In: CONGRESO NACIONAL DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE CIENCIAS HORTÍCOLAS, 12, 2007, Zacatecas. **Anais... Zacaretas: Fruticultura**, 2007. p. 31.

OSUNA ENCISO, T.; IBARRA ZAZUETA, M. E.; MUY RANGEL, M. D.; VALDEZ TORRES, J. B.; VILLARREAL ROMERO, M.; HERNÁNDEZ VERDUGO, S. Calidad postcosecha de frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus* Haw.) cosechados en tres estados de madurez. **Revista Fitotecnia Mexicana**, v. 34, n. 1, p. 63-72, jan./mar. 2011.

PAULA, C. C.; RIBEIRO, O. B. C. **Cultivo prático de Cactáceas**. Viçosa: UFV, 2004. 94 p.

PEDROSA, J. F., OLIVEIRA, G. M.; BEZERRA NETO, F.; MONTEIRO, M. R. Influência da idade e armazenamento do fruto na produção - qualidade de sementes de *Cucurbita maxima x moschatcz*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 5, n. 2, p. 15-17, nov. 1987.

PEREIRA, F. P. **Produção e qualidade de semente de tomate em função do estágio de maturação do fruto e da ordem de frutificação na planta**. 2004. 101 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

PHEBE, D.; CHEW, M. K.; SURAINI, A. A.; LAI, O. M.; JANNA, O. A. Red-fleshed pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) fruit colour and betacyanin content depend on maturity. **International Food Research Journal**, Malásia, v. 16, n. 2, p. 233-242, 2009.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; AGUIAR, I. B. Maturação e dispersão de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Ed.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 215-274.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2. ed. Brasília: Agiplan, 1985. 289 p.

- RAVEH, E.; NERD, A.; MIZRAHI, Y. Responses of two hemiepiphytic fruit crop cacti to different degrees of shade. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 73, n. 2/3, p. 151-164, mar. 1998.
- ROCHA, E. A.; AGRA, M. F. Flora do Pico do Jabre, Paraíba, Brasil: Cactaceae Juss. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 15-21, jan. 2002.
- RODRÍGUEZ CANTO, A. **El cultivo de la pitahaya en Yucatan**. Yucatán: Universidad Autónoma Chapingo, 1993. 53 p.
- RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, D. A.; PATIÑO GUTIÉRREZ, M. P.; MIRANDA LASPRILLA, D.; FISCHER G.; GALVIS VANEGAS, J. A. Efecto de dos índices de madurez y dos temperaturas de almacenamiento sobre el comportamiento en poscosecha de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Haw.). **Revista Facultad Nacional de Agronomía**, Medellín, v. 58, n. 2, p. 2837-2857, jul./dez. 2005.
- ROJAS, G.; MEDINA, V. M. Mudanças bioquímicas do suco do Maracujá Amarelo em função da idade do fruto. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 18, n. 1, p. 75-83, 1996.
- RUDAS, O. L. **Contribución al estudio de las condiciones de almacenamiento en frío de la pitaya amarilla (*Acanthocereus pitahaya*)**. 1995. 57 f. Tesis (Magister en Ciencias Farmacología) - Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 1995.
- RUGGIERO, C.; SÃO JOSÉ, A. R.; VOLPE, C. A.; OLIVEIRA, J. C.; DURIGAN, J. F.; BAUMGARTNER, J. G.; SILVA, J. R.; NAKAMURA, K. I.; FERREIRA, M. E.; KAVATI, R.; PEREIRA, V. P. **Maracujá para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília: FRUPEX-EMBRAPA, 1996. 63 p.
- SADER, R.; SILVEIRA, M. M. Maturação fisiológica de sementes de girassol cv. IAC-ANHANDY. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 10, n. 3, p. 9-18, 1988.
- SANCHEZ, V. M.; SUNDSTROM, G. N.; McCLURE, G. N.; LANG, N. S. Fruit maturity, storage and postharvest maturation treatments affect bell pepper (*Capsicum annuum* L.) seed quality. **Scientia Horticulturae**, Alexandria, v.54, n.3, p.191-201, jun. 1993.
- SANTOS, S. B.; MARTINS, M. A.; AGUILAR, P. R. M.; CANESCHI, A. L.; CARNEIRO, A. C. O.; DIAS, L. A. S. Acúmulo de matéria seca e óleo nas sementes de pinhão-mansão e qualidade do óleo extraído. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.2, p.209-215, 2012.
- SALOMÃO, L. C. C. **Colheita. Maracujá: pós-colheita**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 51 p. (Frutas do Brasil, 23).
- SILVA, A. C. C.; MARTINS, A. B. G.; CAVALLARI, L. L. Qualidade de frutos de pitaya em função da época de polinização, da fonte de pólen e da coloração da cobertura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 4, p. 1162-1168, dez. 2011.

SILVA, L. B.; MARTINS, C. C.; MACHADO, C. G.; NAKAGAWA J. Estádios de colheita e repouso pós-colheita dos frutos na qualidade de sementes de mamoneira. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 31, n. 1, p. 50-59, 2009.

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

SOCHA, A. M. A. **From Areoles to *Zygocactus*: An Evolutionary Masterpiece**: A synopsis of the Family Cactaceae. 2007. Disponível em: <<http://www.nybg.org/bsci/herb/cactaceae1.html>>. Acesso em: 24 jun. 2012.

SORNYATHA, K.; ANPRUNG, P. Bioactive compounds and stability of betacyanins from skin and flesh of red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus* (Weber) Britton & Rose). **Journal of Agricultural Science**, v. 40, n. 1, p. 15-18, 2009.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática**: Guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2012. 768 p.

SOUZA, S. M.; LIMA, P. C. F. Maturação de sementes de angico (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 7, n. 2, p. 93-100, 1985.

STINTZING, F. C.; CARLE, R. Cactus fruits - more than colour. **Fruit Processing**, v. 16, p. 166-171, 2006.

TAYLOR, N.; ZAPPI, D. **Cacti of Eastern Brazil**. England: Royal Botanic Gardens, Kew, 2004. 511 p.

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

THÉ, P. M. P.; CARVALHO, V. D.; ABREU, C. M. P.; NUNES, R. P.; PINTO, N. A V. D. Efeito da temperatura de armazenamento e do estágio de maturação sobre a composição química do abacaxi cv. *Smooth cayenne* L. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 2, p. 356-363, mar./abr. 2001.

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 Horticulturae**, v. 575, p. 611-621, 2002.

TUCKER, G. A. Introduction. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. p. 1-51.

VAILLANT, F.; PEREZ, A.; DAVILA, I.; DORNIER, M.; REYNES, M. Colorant and antioxidant properties of red-purple pitahaya (*Hylocereus* sp.). **Fruits**, Paris, v. 60, n. 1, p. 3-12, jan. 2005.

VALDES, V. M.; GRAY, D. The influence of stage of fruit maturation on seed quality in tomato (*Lycopersicon lycopersicum* (L.) Karsten). **Seed Science and Technology**, Zürich, v.26, n.2, p.309-318, 1998.

VÁZQUEZ-SÁNCHEZ, M.; TERRAZAS, T.; ARIAS, S. Morfología y anatomía del cefalio de *Cephalocereus senilis* (Cactaceae). **Anales del Jardín Botánico de Madrid**, Madrid, v. 62, n. 2, p. 153-161, 2005.

VERHEIJ, E. **Propagação e plantio de árvores**. Piracicaba: Fundação Agromisa, 2005. 114 p.

VIDIGAL, D. S.; DIAS, D. C. F. S.; NAVEIRA, D. S. P. C.; ROCHA, F. B.; BHERING, M. C. Qualidade fisiológica de sementes de tomate em função da idade e do armazenamento pós-colheita dos frutos. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 3, p.87-93, dez. 2006.

WAGNER JÚNIOR, A.; NEGREIROS, J. R. S.; ALEXANDRE, R. S.; PIMENTEL, L. D.; BRUCKNER, C. H. Efeito do pH da água de embebição e do trincamento das sementes de maracujazeiro amarelo na germinação e desenvolvimento inicial. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1014-1019, jul./ago. 2007.

WARRINGTON, L. J.; FULTON, T. A.; HALLIGAN, E. A.; SILVA, H. N. Apple fruit growth and maturity are affected by early season temperatures. **Journal American Society Horticultural Science**, Alexandria, v. 124, n. 5, p. 468-477, 1999.

WEISS, J.; NERD, A.; MIZRAHI, Y. Flowering behavior and pollination requirements in climbing cacti with fruit crop potential. **HortScience**, Alexandria, v. 29, n. 12, p. 1487-1492, dez. 1994.

WELLES, G. W. H.; BUITELAAR, K. Factors affecting soluble solids content of muskmelon (*Cucumis melo* L.). **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Amsterdam, v. 36, p. 239-246, 1988.

WILLS, R.; McGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. **Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals**. 4. ed. Sidney: CAB International, 1998. 262 p.

WYBRANIEC, S.; MIZRAHI, Y. Fruit flesh betacyanin pigments in *Hylocereus* cacti. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 21, p.6086-6089, set. 2002.

WU, L. C.; HSU, H. W.; CHEN, Y. C.; CHIU, C. C.; LIN, Y. I.; HO, J. A. Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. **Food Chemistry**, v. 95, n. 2, p. 319-327, mar. 2006.

ZEE, F.; YEN, C. R.; NISHINA, M. **Pitaya (Dragon Fruit, Strawberry Pear)**. 2004. Disponível em: <http://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/F_N-9.pdf>. Acesso em: 07 jul. 2012.