

RONIALISON FERNANDES QUEIROZ

**DESENVOLVIMENTO DE MAMÃO FORMOSA
'TAINUNG 01' CULTIVADO EM RUSSAS-CEARÁ**

**MOSSORÓ-RN
2009**

RONIALISON FERNANDES QUEIROZ

**DESENVOLVIMENTO DE MAMÃO FORMOSA ‘TAINUNG
01’ CULTIVADO EM RUSSAS-CEARÁ**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal Rural do Semi-
Árido (UFERSA), como parte das
exigências para obtenção do título de
Mestre em Agronomia: Fitotecnia,
com área de concentração em
produção e pós-colheita de frutos e
hortaliças tropicais.

ORIENTADORA:

Prof. D. Sc. EDNA MARIA MENDES AROUCHA

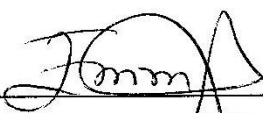
**MOSSORÓ-RN
2009**

RONIALISON FERNANDES QUEIROZ

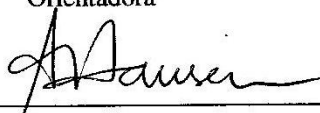
**DESENVOLVIMENTO DE MAMÃO FORMOSA ‘TAINUNG
01’ CULTIVADO EM RUSSAS-CEARÁ**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal Rural do Semi-
Árido (UFERSA), como parte das
exigências para obtenção do título de
Mestre em Agronomia: Fitotecnia,
com área de concentração em
produção e pós-colheita de frutos e
hortaliças tropicais.

APROVADA EM: 26/02/2009



Prof. D. Sc. Edna Maria Mendes Aroucha - UFERSA
Orientadora



D. Sc. Andréia Hansen Oster
Embrapa Agroindústria Tropical
Co-orientadora



D. Sc. Ebenezer Oliveira Silva
Embrapa Agroindústria Tropical
Conselheiro

À *Deus* pela minha vida e concessão de potencialidades que em mim foram despertadas e por estar sempre ao meu lado.

Aos meus irmãos, *Rodrigo, Ângela, Ana Sara e Maria Eduarda* por me ajudarem sempre que precisei.

A minha tia e seu esposo, *Socorro e José Melquiades*, pelo apoio e aconchego que sempre me deram.

Ao meu primo e sua esposa, *Ivanaldo e Lucicleide* (madrinha), pelo estímulo, confiança e pela ajuda que sempre me deram.

Ao meu primo e quase irmão, *José Fernandes*, pela dedicação, amizade sincera, companheirismo e ajuda.

A minha namorada *Ana Laelma*, pela força, amizade, companheirismo, apoio, incentivo e momentos de felicidade.

Enfim, a toda minha família que de todo o meu coração

DEDICO.

Aos meus pais, *Raimundo Nonato Fernandes e Maria Francisca Fernandes Queiroz*, a razão de minha existência meus melhores amigos e incentivadores, a eles devo tudo o que eu sou;

Ofereço.

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar por sempre ter colocado pessoas maravilhosas na minha vida e por sua proteção.

Ao corpo docente da UFERSA, em especial do curso de pós-graduação em Fitotecnia, pela realização do mestrado.

À Embrapa Agroindústria Tropical e Banco do Nordeste do Brasil, pelo apoio financeiro à pesquisa, e em especial ao Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita pelas instalações concedidas durante a realização desta dissertação.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor Vander, pela amizade, sugestões e incentivo durante o curso.

Ao professor Glauber por estar sempre presente nos meus trabalhos científicos me ajudando na “complexa e adorável” estatística e também pela sua amizade e respeito.

À professora e amiga Edna Maria Mendes Aroucha, pela orientação, incentivo, apoio, dedicação e amizade.

A D. Sc. Andréia Hansen pela dedicação e amizade sincera, companheirismo, apoio durante as análises no decorrer da pesquisa, ajudando sem medir esforços.

Ao D. Sc. Ebenézer pelo apoio dado sempre que precisei.

A Fazenda Fruta-Cor, em especial aos amigos João e Lucivania, pela doação dos frutos para a realização do experimento.

Aos meus colegas do Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita da Embrapa Agroindústria Tropical, em especial, Carol, Juliana, Palôma e Melissa pelo convívio, pelas ajudas nas análises, pelo trabalho duro e pelo companheirismo.

A minha amiga Aquidauana, pela força e coragem dessa “Guerreira”, que me encorajou quando precisei.

A analista Márcia Régia, pela ajuda nas análises e pelo companheirismo.

Aos colegas de mestrado, em especial, Halen, Mauro, Aparecida, Madalena, Isaias, Django e Pascalle pelos dias e noites de estudos, discussões, brincadeiras e que também estiveram ao meu lado quando precisei.

A todos que eu esqueci de mencionar,

Muito Obrigado!

QUANTO MAIS

*Quanto mais alto estejas,
Mais apto a prestar.
De quanto mais disponhas,
Mais poder de servir.
Quem possui mais cultura,
Pode ensinar melhor.
Não recuses doar,
Do que tenhas ou sejas.
Virtude sem trabalho,
Lembra riqueza morta.
Recorda: Deus te dá,
Para que também dê.
(Emmanuel).*

DADOS BIOGRAFICOS DO AUTOR

RONIALISON FERNANDES QUEIROZ, filho de Raimundo Nonato Fernandes e Maria Francisca Fernandes Queiroz, nasceu no dia 31 de janeiro de 1983 no Município de Doutor Severiano-RN, onde concluiu o 1º Grau em 1997, no Colégio Estadual Cristóvão Colombo de Queiroz. Em 2000 concluiu o 2º Grau no mesmo colégio. Em 2002, ingressou no curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, concluindo em 2006. Em março de 2007, na mesma universidade iniciou o curso de mestrado, como bolsista do CNPq, finalizando em Fevereiro de 2009.

RESUMO

QUEIROZ, Ronialison Fernandes. **Desenvolvimento do fruto de mamão Formosa ‘Tainung 01’ e ponto ideal de colheita.** 2009. 80f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFESA), Mossoró, 2009.

O estudo da curva de crescimento dos frutos de mamão tem grande importância para o conhecimento das diferentes fases fenológicas envolvidas no seu desenvolvimento, como a época de maior ganho de massa ou a época de início da maturação para definir os períodos de colheitas. A partir de estudos dessa natureza, podem se revelar períodos críticos em seu desenvolvimento que possibilitem a produção dos mesmos com alta qualidade, como também a colheita na época correta, satisfazendo, assim, os consumidores mais exigentes. Apesar de sua importância, as informações disponíveis sobre a curva de crescimento de frutos de mamão do grupo ‘Formosa’ ainda são escassas. Diante dessa problemática esse trabalho teve como objetivo caracterizar parâmetros físicos e químicos do fruto do mamoeiro, através da curva de crescimento, a fim de determinar possíveis indicadores do ponto de colheita (maturidade fisiológica ideal). Os frutos de idade conhecida, provenientes do desenvolvimento de flores previamente marcadas, foram colhidos ao longo dos 4,5 meses seguintes para a avaliação de seu crescimento na Fazenda Frutacor no município de Russas-CE. O intervalo entre a coleta das amostras foi semanal no primeiro mês (28 dias) e após 88 dias do desenvolvimento do fruto, e quinzenal dos 28 aos 88 dias após a marcação das flores. Após as coletas os frutos foram transportados até a Embrapa Agroindústria Tropical, para avaliação de parâmetros físico-químicos como matéria fresca e seca total da polpa e das sementes, comprimento transversal e longitudinal, diâmetro da cavidade ovariana, espessura e firmeza de polpa, coloração da epiderme e da polpa, quantificação de clorofilas e carotenóides da casca, carotenóides da polpa, sólidos solúveis, acidez e açúcares solúveis totais. O delineamento experimental para os estudos de crescimento do fruto foi inteiramente casualizado, com 5 repetições, sendo cada repetição composta por três frutos. Com base nos valores médios de todos os parâmetros analisados nos frutos colhidos, verificou-se que a colheita pode ser realizada a partir dos 130 dias após a frutificação efetiva (DAFE), pois os valores obtidos estavam dentro do intervalo considerado ideal para comercialização de frutos do grupo ‘Formosa’ destinados ao mercado e quando submetidos ao armazenamento amadureceram normalmente estando aptos para o consumo. Aos 123 DAFE, apesar dos parâmetros físico-químicos indicarem que os frutos apresentavam maturidade fisiológica, estes permaneceram verdes e

murchos quando armazenados em temperatura ambiente ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $60\pm 2\%$ UR) por 7 dias.

Palavras-chave: Maturidade fisiológica, curva de crescimento, qualidade.

ABSTRACT

QUEIROZ, Ronialison Fernandes. **Development of papaya fruit from Formosa 'Tainung 01' and ideal point of collection.** 2009. 80f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFESA), Mossoró, 2009.

The study of the curve of growth of papaya fruit is very important to the knowledge of the different phenological stages involved in its development as the season of greatest gain in weight or time of onset of ripening to determine the periods of harvest. From such studies, can reveal critical periods in their development that enables the production of such high quality, but also the harvest season in the right, satisfying therefore the most demanding consumers. Despite its importance, available information on the curve of growth of fruits of papaya group 'Formosa' are still scarce. Faced with this problem this study aimed to characterize the chemical and physical parameters of papaya fruit by growth curve, to determine possible indicators from the point of harvest (physiological maturity ideal). The fruits of known age, from the development of previously marked flowers were collected over 4.5 months to evaluate their growth in the municipality of Finance Frutacor Russas-CE. The interval between collection of samples was weekly during the first month (28 days) and after 88 days of fruit development, and fortnightly from 28 to 88 days after the marking of flowers. After collecting the fruits were transported to Embrapa Tropical Agroindustry to assess physical and chemical parameters as the total fresh and dry the pulp and seeds, longitudinal and transverse length, diameter of the ovarian cavity, thickness and firmness of flesh, the color skin and pulp, quantification of chlorophylls and carotenoids of the shell, the carotenoid pulp, soluble solids, acidity and total soluble sugars. The experimental design for studies of growth of the fruit was completely randomized, with 5 repetitions, each repetition of three fruits. Based on the average values of all parameters examined in fruits, it was found that the collection can be performed from 130 days after fruit set (DAFE) because the values were within the range considered ideal for marketing of fruits group 'Formosa' for the market and when subjected to storage is usually matured fit for consumption. The 123 DAFE, despite the physical and chemical parameters indicate that they were physiological maturity, they remained green and shriveled when stored at room temperature ($25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ and $60 \pm 2\%$ UR) for 7 days.

Key-words: physiological maturity, curve of growth, quality.

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Descrição das principais características visuais nos diferentes estádios de maturação dos frutos de mamão (<i>Carica papaya</i> L.).....	21
Tabela 2 - Firmeza de polpa (FP), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e açúcares solúveis totais (AST) de mamão Formosa 'Tainung 01' em função do período de colheita com 7 dias de armazenamento em temperatura ambiente $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $60\pm 2\%$ UR. Fortaleza-CE 2008.....	55

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Tipos florais do mamoeiro: A) Flor masculina; B) Flor feminina e C) Flor hermafrodita.....	07
Figura 2 Etapas do desenvolvimento fisiológico dos frutos. 1) Início da formação da polpa; 2) Término do crescimento em tamanho; 3) Início do período de consumo, mas, ainda imaturo; 4) Período ótimo de consumo; 5) Predominância de reações degradativas e 6) Não utilizável para consumo, (RYALL; LIPTON, 1979).....	14
Figura 3 Marcações de flores hermafroditas em mamoeiro do grupo Formosa ‘Tainung 01’, Russas-CE, 2008.....	24
Figura 4 Determinação do comprimento transversal e longitudinal de mamão formosa ‘Tainung 01’, Fortaleza-CE, 2008.	25
Figura 5 Texturômetro digital Stable Micro Systems, modelo TA.XT2i.....	27
Figura 6 Matéria fresca total e da polpa durante o desenvolvimento de mamão ‘Tainung 01’, cultivado em Russas-CE. ° - dados observados.....	34
Figura 7 Matéria fresca das sementes durante o desenvolvimento de mamão ‘Tainung 01’, cultivado em Russas-CE. ° - dados observados.....	35
Figura 8 Matéria seca total e da polpa durante o desenvolvimento de mamão ‘Tainung 01’, cultivado em Russas-CE. ° - dados observados.....	36
Figura 9 Matéria seca das sementes durante o desenvolvimento de mamão ‘Tainung 01’, cultivado em Russas-CE. ° - dados observados.....	37
Figura 10 Comprimento transversal e longitudinal durante o desenvolvimento de mamão ‘Tainung 01’, cultivado em Russas-CE. ° - dados observados.....	39

Figura 11 Cavidade Ovariana e Espessura de Polpa durante o desenvolvimento de mamão ‘Tainung 01’, cultivado em Russas-CE. ° - dados observados.....	39
Figura 12 Firmeza de Polpa durante o desenvolvimento de mamão ‘Tainung 01’, cultivado em Russas-CE. ° - dados observados.....	41
Figura 13 Frutos de mamoeiro ‘Tainung 01’, aos 7 (A), 14 (B), 21 (C), 28 (D), 43 (E), 58 (F), 73 (G), 88 (H), 95 (I), 102 (J), 109 (K), 116 (L), 123 (M), 130 (N), 137 (O) e 143 dias (P) após a frutificação efetiva, representando a evolução da coloração da casca durante o desenvolvimento, cultivado em Russas-CE.....	43
Figura 14 Cor da casca durante o desenvolvimento de mamão ‘Tainung 01’, cultivado em Russas-CE. ° - dados observados.....	44
Figura 15 Cor da polpa durante o desenvolvimento de mamão ‘Tainung 01’, cultivado em Russas-CE. ° - dados observados.....	45
Figura 16 Clorofila e carotenóides da casca durante o desenvolvimento de mamão ‘Tainung 01’, cultivado em Russas-CE. ° - dados observados.....	46
Figura 17 Carotenóides da polpa durante o desenvolvimento de mamão ‘Tainung 01’, cultivado em Russas-CE. ° - dados observados.....	48
Figura 18 Sólidos solúveis da polpa durante o desenvolvimento de mamão ‘Tainung 01’, cultivado em Russas-CE. ° - dados observados.....	50
Figura 19 Acidez titulável da polpa durante o desenvolvimento de mamão ‘Tainung 01’, cultivado em Russas-CE. ° - dados observados.....	51

Figura 20 Açúcares solúveis totais da polpa durante o desenvolvimento de mamão 'Tainung 01', cultivado em Russas-CE. ° - dados observados.....	53
--	----

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	VIII
ABSTRACT.....	X
LISTA DE TABELA.....	XII
LISTA DE FIGURA	XIII
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1. Importância e características da cultura do mamoeiro.....	5
2.2. Características dos frutos do mamoeiro.....	7
2.2.1 Flores.....	7
2.2.2 Características físicas, físico-químicas e nutricionais.....	8
2.3. Desenvolvimento do fruto.....	14
2.3. Ponto de colheita.....	19
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1. Local do experimento.....	23
3.2. Análises físicas.....	25
3.2.1. Dimensões do fruto.....	25
3.2.2. Matéria fresca e matéria seca.....	26
3.2.3. Firmeza de polpa.....	26
3.2.4. Coloração da casca e da polpa.....	27
3.3. Análises físico-químicas.....	28
3.3.1. Preparo das amostras para as determinações físico- químicas.....	28
3.3.2. Clorofilas na casca.....	28
3.3.3. Carotenóides na casca e na polpa.....	29
3.3.4. Sólidos solúveis.....	30
3.3.5. Acidez titulável.....	30
3.3.6. Açúcares solúveis totais.....	31

3.4. Análise pós-colheita.....	32
3.5. Delineamento experimental.....	32
3.6. Análise estatística.....	32
4. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	34
4.1. Características físicas.....	34
4.1.1. Matéria fresca e matéria seca.....	34
4.1.2. Dimensões do fruto.....	37
4.1.3. Firmeza de polpa.....	40
4.1.4. Cor da casca e da polpa.....	41
4.2. Características físico-químicas.....	45
4.2.1. Clorofilas e carotenóides da casca.....	45
4.2.2. Carotenóides da polpa.....	47
4.2.3. Sólidos solúveis.....	48
4.2.4. Acidez Titulável.....	50
4.2.5. Açúcares solúveis totais.....	52
4.3. Armazenamento.....	53
5. CONCLUSÕES.....	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57

1 INTRODUÇÃO

O mamoeiro é uma planta frutífera originária da América Tropical, pertence à família *Caricaceae* e ao gênero *Carica*. Das 22 espécies do gênero, a mais cultivada comercialmente nas mais variadas regiões tropicais do mundo é a *Carica papaya* L. A produção nacional do mamão está baseada em dois grupos: 'Formosa' e 'Solo'. Este último é comercializado tanto para o mercado interno quanto no externo, já o 'Formosa' é destinado principalmente para o mercado interno (ROCHA, 2003).

O Brasil é o terceiro produtor mundial de frutas e a base agrícola da cadeia produtiva dessas frutas abrange 2,2 milhões de hectares, gera 4,6 milhões de empregos diretos e um PIB agrícola de US\$ 11 bilhões. Este setor demanda mão-de-obra intensiva e qualificada, fixando o homem no campo de forma única, pois permite uma vida digna de uma família dentro de pequenas propriedades e também nos grandes projetos. É possível alcançar um faturamento bruto de R\$ 1.000 a R\$ 20.000 por hectare. Além disso, para cada US\$ 10.000 investidos em fruticultura, geram-se três empregos diretos permanentes e dois empregos indiretos. Ou seja, 2,2 milhões hectares cultivados com frutas significam 4 milhões de empregos diretos (2 a 5 pessoas por hectare) (SEAGRI-BA, 2006).

Atualmente, o cultivo do mamoeiro é verificado em mais de cinquenta países, sendo os dez maiores produtores mundiais, em ordem decrescente: Brasil, México, Nigéria, Índia, Indonésia, Etiópia, Congo, Peru, China e Venezuela (FAO, 2006).

O cultivo dessa frutícola no Brasil, além de sua grande importância econômica, deve ser ressaltado o aspecto social, como gerador de emprego e renda, absorvendo mão de obra durante o ano todo, pela constante necessidade de manejo, tratamentos culturais, colheita e comercialização,

efetuadas de maneira contínua nas lavouras, além dos plantios serem renovados, em média, a cada três anos.

O Brasil tem expressiva participação na produção mundial, com um volume de produção, em 2007, de 1.811.535 toneladas de mamão (IBGE, 2009). A maior parte do território brasileiro é produtor de mamão, no entanto, os estados com maiores volumes de produção são Bahia, com uma produção de 863.828 toneladas, sendo responsável por 46% da produção nacional, Espírito Santo com 646.277, o que representa 40% do total produzido, seguido pelo Rio Grande do Norte que detem uma produção de 89.203 toneladas com rendimento médio de 52.104 kg/ha, e Ceará que produziu 79.576 toneladas de mamão, com uma produção média de 43.784 kg/ha, sendo que o município de Russas contribuiu com 362 t/ano (IBGE, 2009). De toda a produção nacional da fruta, 95% são destinados ao mercado in natura e apenas 5% são aproveitados pela indústria (MONTEIRO, 2006). Entretanto, vários produtos ou subprodutos podem ser obtidos a partir dos frutos ou da planta de mamoeiro, como por exemplo, doces, compotas, geléias, néctar e papaína, os quais, infelizmente, muito pouco, são explorados.

A produção brasileira ocupa o 3º lugar em volume de exportação seguido pela Tailândia, Indonésia, Taiwan e Belize, sendo o México e a Malásia os maiores exportadores (MONTEIRO, 2006). O estado do Espírito Santo em 2007 foi responsável por 49,5% do total brasileiro exportado (AGRIANUAL, 2008).

A globalização do comércio de frutas é uma realidade nos dias atuais. O aumento no consumo e nas exigências por produtos de qualidade tornou o mercado frutícola um dos mais competitivos (ARAÚJO, 2006). Um exemplo bem claro dessa globalização são as exigências impostas pelo mercado norte-americano, de que os mamões não podem ser colhidos com maturação superior ao “estádio 2” (frutos com até 25% da superfície da casca amarela), devido ao rigoroso sistema de controle contra mosca das

frutas *Ceratitidis capitata* (Wied). Para o mercado europeu, preferencialmente são exportados frutos no “estádio 3” (frutos com até 50% da superfície da casca amarela), desde que o transporte seja via aérea. Para o mercado interno são também destinados frutos com 50% ou mais de casca amarela; entretanto, deve-se ressaltar que nesta fase os frutos são bastante suscetíveis a danos mecânicos e podridões (JACOMINO et al., 2003). Existe um instrumento utilizado para quebrar as barreiras quarentenárias impostas por países importadores como Estados Unidos e Japão, por exemplo, esse instrumento, é denominado de “System Approach”. É um sistema que prevê o acompanhamento da cultura desde a primeira frutificação até o seu destino final, com controle de todos os procedimentos de pré e pós-colheita, beneficiamento e transporte dos frutos, de forma a conferir sanidade e segurança quarentenária para comercialização no mercado externo.

O estrangulamento na capacidade do transporte aéreo obriga as empresas a recorrerem ao transporte marítimo para exportar. Os embarques de mamão por via marítima passaram de 6,62% do total exportado em 2001 para mais de 50% em 2004 (ALICE-Web, 2009). Apesar de propiciar uma redução em custos de transporte e aumentos de escala, esse modal incorre em elevação significativa de perdas por frutas danificadas e redução da qualidade das frutas no destino final, uma vez que a tecnologia pós-colheita ainda não está completamente adequada a este transporte. O transporte pelo modal marítimo implica em cargas volumosas, deslocando a concorrência baseada em qualidade para disputa em preço.

Com o objetivo de colher frutos capazes de suportar ao transporte para mercados distantes, muitos exportadores acabam colhendo frutos imaturos, o que compromete seriamente a qualidade dos mesmos. Por essa razão, a colheita de frutos no “estádio 0” (fruto crescido e desenvolvido 100% verde), está em desuso. Os critérios utilizados atualmente para identificar o ponto de colheita para frutos destinados à exportação é o “estádio 1” (fruto com até 15% da superfície da casca amarela) (MARIN et

al., 1995) como também a porcentagem mínima de sólidos solúveis de 11,5% (BLEIROTH, 1995).

O mamão é um fruto climatérico, ou seja, apresenta em determinada etapa de seu ciclo vital, um aumento rápido e acentuado na atividade respiratória, com amadurecimento imediato. Podem amadurecer na planta ou fora dela se colhidos maduros, em outras palavras, fisiologicamente desenvolvidos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Sendo assim o mamão pode ser colhido quando atinge a maturidade fisiológica, e a cor da casca mencionada anteriormente por alguns autores é um dos parâmetros mais utilizados como indicativo do estabelecimento do ponto de colheita do mamão. No entanto, o grau de coloração da casca, sob condições de campo, é, geralmente, uma estimativa subjetiva que pode levar a erros, como colheita de frutos fisiologicamente imaturos.

Desse modo o estudo da curva de crescimento dos frutos tem grande importância para o conhecimento das diferentes fases fenológicas envolvidas no seu desenvolvimento, como a época de maior ganho de massa ou a época de início da maturação para definir os períodos de colheitas. A partir de estudos dessa natureza, podem se revelar períodos críticos em seu desenvolvimento que possibilitem a produção dos mesmos com alta qualidade, como também a colheita na época correta, satisfazendo, assim, os consumidores mais exigentes. Apesar de sua importância, as informações disponíveis sobre a curva de crescimento de frutos de mamão do grupo 'Formosa' ainda são escassas.

Diante dessa problemática esse trabalho teve como objetivo caracterizar eventos fisiológicos e bioquímicos associados ao desenvolvimento (curva de crescimento) e aos estádios de maturação como indicativos do ponto de colheita ideal para mamão 'Tainung 01', nas condições de cultivo comercial do município de Russas-CE.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância e características da cultura do mamoeiro

As exportações brasileiras de frutas passaram de cerca de US\$128 milhões em 1998, para US\$ 345 milhões em 2003, um crescimento de 169%. No mesmo período, a exportação de mamão *in natura* aumentou 224%, quando as vendas para os Estados Unidos e União Européia pularam de US\$ 8,2 milhões para US\$ 26,4 milhões. O volume comercializado cresceu 303%, passando de 8,4 para 34 mil toneladas da fruta. A participação do Brasil no comércio mundial de mamão saltou de 8,8% em 1998 para 18% em 2003, ocupando atualmente, o terceiro lugar no mercado internacional. O país domina mercados-chave, como o europeu, sendo responsável por 75% de todo o mamão importado pelos quinze países membros da União Européia em 2003, excluindo o comércio intra-bloco (RADAR COMERCIAL, 2009).

O Ceará é o terceiro maior produtor de mamão do Nordeste e o quarto do Brasil. Sua produção corresponde a 5,71% da nordestina e 4,39% da brasileira. A cultura do mamão ocupou, em 2004, uma área total de 1.691ha, da qual 1.008ha correspondem a áreas irrigadas. Assim, o mamão sozinho representa 3,64% de toda área irrigada do setor de frutas do Estado. A cultura do mamão forneceu ao Ceará 2.120 mil empregos em 2004. Deste total, 848 corresponderam a empregos diretos. Em relação às exportações, ocupou o último lugar no ranking estadual das seis culturas do Projeto Frutas do Ceará, de modo que, segundo o MDIC (2006), somente 1,5% da produção de mamão é exportada.

O mamoeiro é uma planta perene herbácea, de caule verde com até 8 m de altura com haste única, ereta, flexível, encimada por uma coroa de

folhas grandes recortadas. Apresenta flores brancas ou amareladas. Possui uma vida útil de três a quatro anos (SIMÃO, 1998). A cultura do mamoeiro (*Carica papaya* L.) está difundida em regiões que apresentam clima tropical, pluviosidade elevada, solos férteis e bem drenados (MARIN et al., 1987). É uma cultura exigente em irrigação consumindo de 1200 mm até 3125 mm de água por ano. O déficit hídrico do solo afeta sensivelmente o mamoeiro em todas as suas fases de desenvolvimento. No período de desenvolvimento vegetativo, entre a 7ª e a 11ª semana após o plantio, a planta pode tornar-se ainda mais sensível ao déficit hídrico. Apresenta exigências nutricionais crescentes e contínuas durante o primeiro ano de desenvolvimento, atingindo o máximo aos doze meses de idade (COELHO; OLIVEIRA, 2004). O mamoeiro inicia sua produção cerca de oito a dez meses após o plantio das mudas no campo, dependendo da região, sendo que o desenvolvimento completo do mamão apresenta uma duração de quatro a sete meses, dependendo das condições climáticas, como temperatura média e umidade relativa do ar (CARVALHO, 1966; KUHNE; ALLAN, 1970; LUNA, 1979). As condições climáticas ideais para a cultura são: temperatura média de 25°C, com mínima de 21°C e máxima de 33°C e umidade relativa entre 60 e 80% (CORDEIRO, 2000).

As variedades de mamoeiro são classificadas em dois grupos: Solo e Formosa. O grupo Solo, no qual se encontra a maioria das cultivares de mamoeiro utilizadas no mundo, apresentam frutos com peso médio de 350 a 600 g. O grupo Formosa é composto por mamoeiros híbridos que apresentam frutos com peso médio de 800 a 1100g. As cultivares Sunrise Solo, Improved Sunrise Solo Line 72/12 e o híbrido F1 Tainung N° 1 apresentam produção média nacional de 45 t/ha/ano, 40 t/ha/ano e 60 t/ha/ano, respectivamente.

2.2 Características dos frutos do mamoeiro

2.2.1 Flores

As flores do mamoeiro podem ser de três tipos bem diferenciados: flor pistilada ou feminina típica, que origina fruto de forma quase esférica até oblongo ou piriforme, geralmente com cavidade ovariana correspondendo a mais da metade do diâmetro do fruto; flor estaminada ou masculina típica, e flor hermafrodita que é a mais importante em termos comerciais, apresentando pedúnculo curto e menor, pétalas soldadas da base até a metade do seu comprimento (Figura 1). Que segundo (OLIVEIRA, 1999a), na maioria das vezes, dá origem a um fruto de forma alongada, variando de piriforme a cilíndrica, com cavidade ovariana menor do que a metade do diâmetro do fruto. Somente esse último fruto tem valor comercial. È com base nos aspectos florais, que se distinguem os três tipos de mamoeiros: feminino, masculino e hermafrodita.

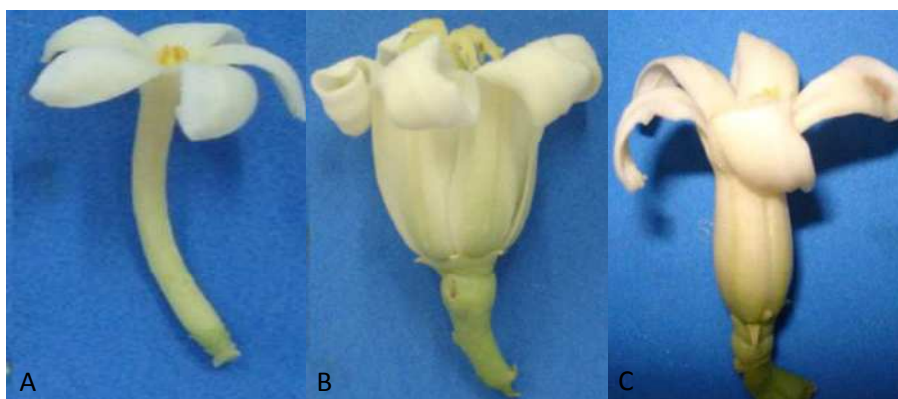


Figura 1 – Tipos florais do mamoeiro: **A)** Flor masculina; **B)** Flor feminina e **C)** Flor hermafrodita.

É sabido que o tipo de flor exerce influência no formato do fruto, pois as flores hermafroditas alongadas resultam em frutos piriformes, enquanto as flores femininas resultam em frutos de maior tamanho e formato arredondado. Tendo em vista esse fenômeno, os pomares comerciais bem conduzidos são implantados de forma a obter o maior número possível de plantas hermafroditas. De acordo com (MARIN, 1988), ao se polinizar uma flor feminina com pólen de uma flor masculina, obter-se-ão cerca de 33% de plantas masculinas, 33% de hermafroditas e 33% de femininas. Flores de mamoeiro hermafroditas ao serem fecundadas pelo próprio pólen, ou pelo pólen de outras flores hermafroditas, originarão sementes que produzirão em torno de 66% de mamoeiros hermafroditas para 33% de femininos. Assim, na obtenção de sementes, é recomendado realizar autofecundação de flores hermafroditas para obter o máximo de plantas hermafroditas.

2.2.2 Características físicas, físico-químicas e nutricionais

O fruto do mamoeiro é uma baga carnosa, derivada de um único ovário, normalmente com cinco carpelos. O fruto pode ser arredondado cilíndrico ou piriforme, de tamanho variável, polpa carnosa, de coloração vermelho-alaranjada com numerosas sementes pretas. A casca geralmente é fina, bastante resistente, aderida à polpa, lisa de cor verde escura, que vai se tornando amarelada ou alaranjada à medida que o fruto vai amadurecendo.

É rico em vitaminas A, C e do complexo B, é fonte também de sais minerais como cálcio, ferro e fósforo. O mamão 'Formosa' é rico em betacaroteno (responsável pela formação de vitamina A no organismo). Sendo sua composição química constituída de água 85,6%, proteína 0,5%, extrato gorduroso de éter 0,3%, fibras 0,8%, carboidratos 12,3%, cinzas 0,51% e ácido cítrico 0,13% (CORREA, 1984). O mamão, além de ser uma

fruta barata, que se cultiva o ano todo, tem uma grande vantagem: uma rara capacidade digestiva, graças a uma enzima chamada papaína. A papaína do mamão age exatamente como a pepsina, enzima do estômago, transformando as proteínas dos alimentos em aminoácidos. Além de auxiliar na digestão, o mamão tem propriedades levemente laxantes que atuam contra a fermentação intestinal, evitando a prisão de ventre e a formação de gases. A composição do mamão pode variar em função dos teores de nutrientes do solo, época do ano, da cultivar e do grau de maturação do fruto (CONABIO, 2005).

O tamanho e a forma são atributos importantes, pois a variação entre as unidades individuais de um produto pode afetar a escolha desse produto pelo consumidor; as práticas de manuseio; o potencial de armazenamento; a seleção de mercado e o destino final - consumo *in natura* ou industrialização. A característica de tamanho do fruto é um aspecto importante, principalmente quando se visa à exportação para outros países, pois há uma exigência específica quanto a esse atributo. Neste sentido, deve-se observar que o tamanho dos frutos ao longo da produção anual deverá ser considerado para a programação das exportações para cada país e que esse atributo é variável em função das condições climáticas, e manejo da cultura (BALBINO, 2003).

Para Kays (1991), o grau de firmeza da polpa também é de importância considerável, uma vez que está relacionado com as condições fisiológicas do fruto. Na pré-colheita fatores abióticos, tais como umidade do solo, temperatura, luz e disponibilidade de nutrientes no solo, influenciam diretamente a firmeza. Entre os nutrientes, o cálcio é o mais associado com a qualidade e em particular, a textura (SAMS, 1999).

Nas frutas em geral, a textura é ditada pela maciez ou pela firmeza da polpa. Na sua maioria, a perda progressiva da firmeza ou seu amaciamento ocorre como consequência do amadurecimento normal, um processo complexo que envolve diferentes mecanismos tais como: perda do

turgor celular, redução nos tamanhos e distribuição dos polímeros das paredes celulares, ação de enzimas hidrolíticas e outros mecanismos não enzimáticos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). A diminuição da firmeza da polpa do mamão é atribuído a atividade das pectinases, em especial a poligalacturonase (PG) e pectinametilesterase (PME). A ação da PG aumenta durante o amadurecimento, sendo mais pronunciada nas porções internas do pericarpo. Durante o amadurecimento, observa-se diminuição de 20 a 30 vezes na firmeza da polpa do fruto (JACOMINO et al., 2003). Paull et al. (1999) afirmam também que o amaciamento dos tecidos é um dos primeiros sinais de amadurecimento, sendo relacionado com mudanças na estrutura e no metabolismo do produto.

O mamão tem por característica a mudança gradual e desuniforme na cor da casca de verde para amarela, formando inicialmente estrias amarelas partindo da região estilar para a inserção peduncular do fruto (OLIVEIRA et al., 2002).

A mudança da cor da casca, de verde para amarela, deve-se à degradação da clorofila e à síntese e revelação de carotenóides. Quanto à cor da polpa, a criptoxantina é o principal pigmento encontrado nos mamões de polpa amarela, enquanto nos mamões de polpa vermelha como: 'Sunrise Solo', 'Golden' e 'Tainung 01' o pigmento predominante é o licopeno (65%) seguido da criptoxantina (33%) e B-caroteno (4%) (JACOMINO, 2003).

Segundo Souza (2004) existe diferença entre frutos do mesmo grupo originados de Estados diferentes, por exemplo, frutos do grupo 'Formosa' oriundos do Estado de São Paulo apresentaram teor médio de β -caroteno de 1,4 $\mu\text{g/g}$ enquanto que frutos provenientes da Bahia apresentaram valor de 6,1 $\mu\text{g/g}$. Condições de cultivo, maturação, variedades ou cultivar, locais geográficos e estações do ano são variáveis relatadas por Setiawan et al., (2001), capazes de proporcionar variação nos teores de carotenóides de frutos.

Viegas (1992) explica que, em alguns tecidos, os carotenóides sintetizados podem ser mascarados pela clorofila durante os primeiros estádios de maturação, porém, quando é iniciada a degradação da clorofila, estes carotenóides tornar-se-iam visíveis. Fonseca (2002) observou algo parecido, relatando que no mamão ocorre a degradação da clorofila e a síntese de carotenóides na casca, sendo este último em menor proporção que o primeiro em frutos de 'Sunrise Solo' e 'Golden'.

Várias propriedades dos frutos têm sido usadas como índice de colheita e padronização para a comercialização. Para o mamão, um aspecto importante é o teor de sólidos solúveis, propriedade que permite estimar o conteúdo de açúcares do fruto.

Souza (2004) observou uma diferença significativa nos teores de sólidos solúveis (SS) entre os estádios de maturação estudados, encontrando-se teores de SS mais elevados, para o híbrido 'Tainung 01' no estágio 2. Esse resultado indica que, provavelmente, quanto mais avançado o estágio de maturação do fruto na colheita, maior será o teor de SS do mamão no final do período pós-colheita. Esta observação foi confirmada por Balbino e Costa (2003), Souza (1998) e Oliveira (1999a).

No Estado do Espírito Santo, tem-se observado uma discrepância em termos de SS no inverno e no verão (COSTA; PACOVA, 2003). Alves et. al (2003) descrevem como padrão de produção e classificação dos frutos teores de SS de 11% a 14%, no inverno, e até 17%, no verão. Variações muito parecidas no teor de SS entre os frutos do grupo 'Solo' e 'Formosa' foram relatados por Oliveira (1999a), acreditando que estes cultivares sofrem efeitos dos mesmos fatores. O mesmo cita teores de SS médios dos frutos no 7º dia pós-colheita variando entre 11,5% na cultivar 'Improved Sunrise Solo Line 72/12' e 10,4% no híbrido 'Tainung 01/781'.

A contribuição dos ácidos orgânicos para a qualidade sensorial dos frutos deve-se, principalmente, ao balanço entre seus conteúdos e os de

açúcares, relação SS/AT. Esta relação alta contribui com um sabor doce na fruta, o que pode ser verificado com os frutos de mamão.

O mamão é um fruto de baixa acidez, geralmente apresentando valores menores que 0,2% em ácido cítrico. No mamão, predominam os ácidos cítricos e málico, seguidos do alfa-cetoglutárico em quantidade bem menor, os quais, juntamente com o ácido ascórbico, contribuem com 85% do total de ácidos no fruto. Todavia o conteúdo de ácido málico tende a decrescer à medida que o mamão amadurece (BALBINO; COSTA, 2003).

Sousa (2004) encontrou valores de ácido cítrico de 0,16 a 0,18% nos frutos do híbrido 'Tainung' 01 e 0,17 a 0,19% na cv. 'Golden'. De acordo com Oliveira (1999a), a porcentagem desse ácido decresce durante o período pós-colheita, apresentando valores médios ao 7º dia de colhidos de 0,063% e 0,056% para a cultivar 'Improved Sunrise Solo Line 72/12' e no híbrido 'Tainung 01/78'.

Segundo Bicalho (1998) a acidez titulável do mamão aumenta com o amadurecimento até atingir aproximadamente 75% da coloração da casca amarela, e a partir daí os níveis decrescem, exceto no interior do mesocarpo, onde a acidez titulável aumenta até o fruto atingir completo amarelecimento. Wills e Widjanarko (1995), também constataram variações na acidez titulável do mamão durante o amadurecimento de 1,61 meq.100g⁻¹ a 2,00 meq.100g⁻¹ do estágio verde para o estágio 100% amarelo, respectivamente.

O conteúdo e a concentração de açúcares tem papel fundamental no sabor, sendo também indicadores do estágio de maturação do fruto. Essa composição pode variar entre cultivares e na mesma cultivar, dependendo das condições climáticas, da fertilidade do solo, da época do ano, do estágio de maturação e da porção do fruto (ARRIOLA et al., 1980). Os açúcares desempenham um papel importante no 'flavor' característico do mamão e também na avaliação comercial da qualidade do fruto fresco e de seus produtos processados (BICALHO, 1998).

Segundo Chitarra; Chitarra (2005), o teor de açúcares nos frutos, normalmente, constitui 65 a 85% do teor de sólidos solúveis.

Jacomino et al., (2003) afirmam que o mamão não acumula amido durante a maturação, como a banana, e deve ser mantido na planta para acumular açúcares. Por esse motivo, o teor de açúcares não sofre grandes variações na pós-colheita. A parte interna do mesocarpo apresenta teor de sólidos solúveis mínimo de 11,5 °Brix. Os principais açúcares presentes no mamão são: sacarose, glicose e frutose.

Devido às transformações bioquímicas, os teores e tipos de açúcares são variáveis nos diferentes estádios de desenvolvimento do mamão. A concentração de açúcares aumenta ligeiramente durante o desenvolvimento do fruto e acentuadamente com o início do amadurecimento do mesmo na planta (BALBINO; COSTA, 2003). Esse aumento se dá apenas enquanto o fruto está ligado à planta, uma vez que o mamão apresenta baixo teor de amido para ser hidrolisado em açúcares solúveis durante o climatério (BALBINO, 1997). CHAN JR et al., (1979) observaram que o teor de açúcares totais aumenta lentamente durante os primeiros 110 dias do desenvolvimento do fruto, chegando a 3,4 g/100 g de polpa, depois ocorre um período de rápido incremento até um pico de 9,8 g/100 g, aos 135 dias após a antese DAA. Nesses primeiros 110 dias a glicose é o açúcar predominante, enquanto a sacarose e a frutose representam menor porção dos açúcares totais. A partir daí, aumenta drasticamente a quantidade de sacarose, que passa a predominar, enquanto diminuem os teores de glicose e frutose. Aos 135 DAA, tendo atingido o pico de concentração, o teor de sacarose decresce rapidamente e o de glicose e frutose aumentam, indicando que a sacarose é hidrolisada a açúcares simples.

2.3 Desenvolvimento do fruto

As mudanças físicas e físico-químicas durante o desenvolvimento e maturação dos frutos são usados como critérios importantes para determinar padrões de maturidade, ponto de colheita e qualidade em vários frutos.

Durante a vida do fruto, esse passa por diversas etapas ou estádios (Figura 2) com características bem definidas, sendo a conceituação dos mesmos de fundamental importância para o entendimento das alterações que ocorrem durante o desenvolvimento dos frutos.

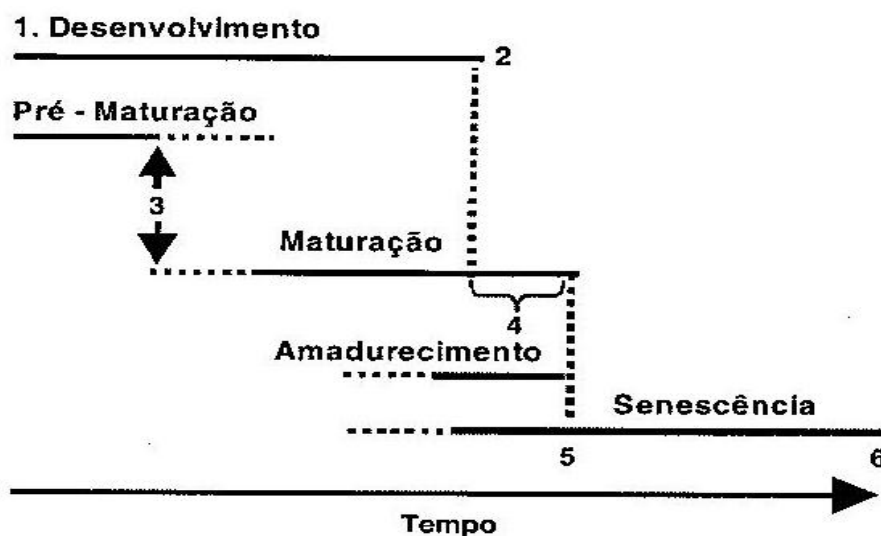


Figura 2 – Etapas do desenvolvimento fisiológico dos frutos. 1) Início da formação da polpa; 2) Término do crescimento em tamanho; 3) Início do período de consumo, mas, ainda imaturo; 4) Período ótimo de consumo; 5) Predominância de reações degradativas e 6) Não utilizável para consumo, (RYALL; LIPTON, 1979).

Chitarra; Chitarra (2005) utilizam as seguintes terminologias e conceitos para caracterizá-los:

- Pré-maturação: como o nome indica, corresponde ao estágio de desenvolvimento que antecede a maturação, e geralmente inclui a metade do período entre a floração e a colheita. Esse estágio é caracterizado pelo

extensivo aumento de volume e termina quando o desenvolvimento do fruto é apenas aceitável, mas não ótimo para o consumo.

- **Maturação:** pode ser definida como a sequência de mudanças bioquímicas, fisiológicas e estruturais dos frutos, conduzindo a um estado que os torna comestíveis. Esse, entretanto, não é um estado fisiológico fixo, pois, pode variar de um para outro fruto e, em alguns casos, as mudanças podem ocorrer até em direções opostas. Por exemplo, em mamão, há uma perda de ácido cítrico no fruto maduro, ao passo que, em bananas, ocorre o inverso, ou seja, um acúmulo desse ácido.

- **Amadurecimento:** é um evento interessante no ciclo vital dos frutos, por transformá-los em produtos atrativos e aptos para o consumo humano. É uma etapa intermediária entre o final do desenvolvimento e o início da senescência, sendo um processo normal e irreversível.

- **Pré-climatério:** etapa da maturação que antecede a elevação súbita da produção de etileno e da atividade respiratória em alguns tipos de frutos.

- **Climatério:** corresponde a elevação súbita da produção autocatalítica de etileno e da respiração em alguns tipos de frutos, induzindo ao rápido amadurecimento dos mesmos (frutos climatéricos, ex.: mamão).

- **Pós-climatério:** fase de declínio na produção súbita de etileno e na atividade respiratória de alguns tipos de frutos, indicativa do início de senescência.

- **Senescência:** corresponde aos processos que ocorrem após a maturidade fisiológica ou hoticultural e que, por serem predominantemente degradativos, resultam na morte dos tecidos.

Segundo Chitarra; Chitarra, (2005) após a iniciação ou germinação, o ciclo vital dos frutos é composto por três fases fisiológicas, embora uma distinção precisa entre essas não seja viável. Essas fases correspondem ao crescimento, à maturação e à senescência. O desenvolvimento (formação, crescimento e maturação) das plantas e seus órgãos ocorre mediante uma série dinâmica de processos fisiológicos e bioquímicos geneticamente

programados, culminando com a senescência e morte celulares. O crescimento corresponde ao aumento irreversível do tamanho ou volume celular, acompanhado pela biossíntese de novos constituintes celulares do protoplasma, ao passo que a diferenciação celular diz respeito às mudanças qualitativas nas células. As variações nos fatores ambientais (luz, temperatura, precipitação pluviométrica, solo, etc.) tem influência marcante na fase de desenvolvimento do produto no campo

O volume das células é o fator mais importante no crescimento do fruto. A expansão celular, por sua vez, é influenciada pela plasticidade da parede celular, pelo grau de desenvolvimento da parede secundária, pelo turgor e pela resistência do epicarpo e de outras camadas protetoras. Esses fatores são influenciados pelos reguladores de crescimento e pelo ambiente. O crescimento ocorre por meio de diferentes processos fisiológicos e metabólicos, entre os quais salientam os seguintes: inibição dos mecanismos de oposição ao crescimento, canalização de nutrientes para o órgão em crescimento, produção de energia necessária para o processo e estímulo dos mecanismos biossintéticos. A vida dos frutos pode ser grosseiramente separada em dois períodos de crescimento: a pré-antese, em que o crescimento ocorre principalmente por divisão celular, e pós-fertilização, em que a expansão celular é o evento principal do crescimento. A divisão celular cessa gradualmente durante a antese, ao passo que a expansão celular inicia-se e torna-se responsável pela última parte do aumento de volume do fruto (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Segundo Berilli et al., (2007) a fase de crescimento é uma etapa de desenvolvimento do fruto onde ocorrem as alterações quantitativas que resultam no aumento de peso, volume, diâmetro, comprimento, cavidade ovariana e espessura de polpa desse órgão. Tal fase é bastante influenciada por fatores do ambiente, como temperatura, radiação solar e precipitação, além de fatores genéticos intrínsecos de cada material vegetal.

Na vida do fruto, a maturação ocorre antes que o seu desenvolvimento completo seja atingido, independentemente da planta mãe. Após a maturação, não há mais aumento no tamanho do fruto. Os frutos são normalmente colhidos nesse estágio, após o qual, vivem utilizando-se dos substratos acumulados. É um evento interessante no ciclo vital, por transformá-los em produtos atrativos e aptos para o consumo humano. É uma etapa intermediária entre o final do desenvolvimento e o início da senescência, sendo um processo normal e irreversível; porém, pode ser retardado com o uso de meios adequados. Essa fase é discutida sobre dois aspectos: pode ser entendida como a manifestação da senescência, na qual a organização intracelular começa a ser destruída; e/ou representa o estágio final da diferenciação e, por isso, é um processo dirigido que requer a síntese de enzimas específicas. Inicia-se, em geral, antes que o crescimento termine e inclui diferentes alterações na composição, que variam de acordo com o tipo de fruto. Esse emerge de um estágio incompleto, atingindo o crescimento pleno e máxima qualidade comestível. Grande parte do processo ocorre com o fruto ainda não colhido. A fase final da maturação é designada como amadurecimento, sendo, porém, excluída do desenvolvimento, uma vez que nessa etapa há predominância de processos degradativos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O amadurecimento é considerado como o aprimoramento do conjunto de processos que ocorrem desde os últimos estágios de desenvolvimento, até as etapas iniciais da senescência, resultando em características de estética e qualidade para o fruto. Nessa fase, há um aprimoramento das características sensoriais, ou seja, sabores e odores específicos desenvolvem-se em conjunto com o aumento da doçura, com a redução da acidez e da adstringência. O fruto torna-se macio e mais colorido em decorrência da degradação da clorofila e do desenvolvimento acentuado de pigmentos carotenóides e/ou flavonóides. Portanto, o amadurecimento corresponde basicamente às mudanças nos fatores sensoriais: sabor, odor,

cor e textura, que tornam o fruto aceitável para o consumo. Algumas dessas mudanças podem ser detectadas por análise ou observação visual das transformações físicas, ou pela análise das transformações endógenas, como mudanças nos teores de pigmentos, ácidos, taninos, carboidrato, pectinas, etc. Essas transformações parecem estar sincronizadas e encontram-se, provavelmente, sob controle genético. Essa afirmativa tem suporte no fato de que o intervalo entre a antese e o amadurecimento, em condições climáticas similares, é relativamente constante, para um determinado fruto (SALUNKHE; DESAI, 1984).

A senescência é considerada como o período na vida de um órgão vegetal, no qual os processos anabólicos (sínteses) diminuem, havendo predominância dos processos catabólicos (degradações), que são responsáveis pelo envelhecimento e morte dos tecidos. Nos frutos, esses processos bioquímicos do envelhecimento substituem as trocas químicas do amadurecimento. A senescência pode ocorrer antes ou após a colheita e ocorre porque, na fase final, a capacidade de síntese do tecido vegetal é muito limitada. Dentro de um curto espaço de tempo, as transformações irreversíveis tendem para o lado das degradações, o que determina a perecibilidade do órgão vegetal (SALUNKHE; DESAI, 1984).

Não há uma distinção bem delineada entre amadurecimento e senescência, embora cada um dos processos que contribuem para a síndrome da senescência conduza diretamente a morte dos tecidos. O processo de senescência aumenta a probabilidade de morte, não só porque há predominância de reações catabólicas, mas, também, porque há desidratação dos tecidos ou invasão acentuada de microorganismos.

Embora os frutos apresentem diferenças na sua morfologia e em sua composição, todos são similares em suas atividades fisiológicas e em seu comportamento metabólico. Para que ocorra um completo desenvolvimento fisiológico, bem como para que ocorram as alterações metabólicas, o fruto depende da planta mãe no que diz respeito à fotossíntese que se realiza nas

folhas, à absorção de minerais e água pelas raízes, à taxa de transporte de materiais orgânicos e inorgânico através do sistema radicular e, depende, principalmente, dos fitormônios já presentes ou sintetizados nos tecidos, que regulam o processo de desenvolvimento e de amadurecimento (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Portanto é fundamental o conhecimento das diferentes fases ou etapas da vida do fruto, não só para a realização da colheita na época apropriada, mas também para a utilização de tecnologias que propiciem a manutenção da qualidade com aumento da vida útil do produto.

2.4 Ponto de colheita

O mamoeiro produz o ano inteiro; dessa forma, a operação de colheita deve ocorrer uma ou mais vezes por semana, garantindo o controle do índice de maturação.

Os frutos devem ser colhidos num momento de alto potencial de armazenamento, aliado à maturação suficiente, para garantir bom sabor e boa textura, mesmo depois de armazenados. Procura-se colher os frutos no estágio denominado maturidade fisiológica. Este é definido como o estágio de desenvolvimento a partir do qual o fruto pode ser colhido e, ainda assim, apresentará amadurecimento normal e expressará as características típicas da variedade. É, portanto, o ponto de colheita teórico ideal. No entanto, na prática, seu reconhecimento é difícil. A maturidade fisiológica é determinada usualmente por características externas, como a mudança da cor da casca: de verde-escura para verde-clara. O período necessário para que o fruto atinja a maturidade fisiológica é de quatro a seis meses, a partir da abertura da flor, dependendo de inúmeros fatores, como cultivar, condições climáticas e tratos culturais, entre outros (JACOMINO et al., 2003).

A colheita no estágio de maturação inadequado é um dos problemas que contribuem para aumentar as perdas pós-colheita de mamão. O fruto colhido muito maduro apresenta boa qualidade sensorial, porém curto período de conservação, e normalmente não suporta o tempo e as condições de transporte e comercialização até o consumidor final. Já o fruto colhido mais verde é mais resistente aos danos mecânicos e demora mais a amadurecer, mas apresenta qualidade insatisfatória (ROCHA, 2005).

O fruto colhido antes da maturidade fisiológica não amadurece adequadamente. O ponto de colheita influencia principalmente a pigmentação do fruto e a percentagem de sólidos solúveis. O teor de açúcar no fruto sofre poucas variações após a colheita, pois o mamão é um fruto que não acumula amido. Assim, para que apresente boa qualidade, ele já deve ser colhido com teor de açúcar elevado. Quanto à coloração, frutos que apresentam 100% da casca verde no momento da colheita geralmente não desenvolvem coloração satisfatória quando comparados aos de estádios mais adiantados (FONSECA, 2002).

Embora o ponto de colheita seja de vital importância para a obtenção de frutos de melhor aroma e sabor, associados a um potencial de armazenamento adequado, não existe um método eficiente para identificação desse ponto e para classificação dos frutos por estágio de maturação.

A escolha é de fundamental importância para que o fruto chegue aos supermercados em condições ótimas para consumo. A distância compreendida entre o local de produção e o mercado consumidor é usada como critério na hora da escolha do ponto de colheita (CARVALHO et al., 1992). O mesmo autor, estudando a qualidade de mamão papaya comercializado em Porto Alegre-RS, afirma que as variações observadas na composição química dos frutos se devem ao estágio de maturação, sendo que frutos maduros possuem maior teor de sólidos solúveis e menor acidez titulável em relação a frutos ainda verdes.

Em termos práticos, tem-se usado a coloração da casca do fruto na colheita. A identificação de cada estágio é feita por características visuais, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Descrição das principais características visuais nos diferentes estágios de maturação dos frutos de mamão (*Carica papaya* L.)

Ponto de colheita	Características visuais
Estádio 0	<ul style="list-style-type: none"> → Fruto crescido e desenvolvido (100% verde); → Casca do fruto passa de verde para verde claro; → Polpa interna branca amarelada com pequenas manchas róseo claras.
Estádio 1	<ul style="list-style-type: none"> → Conhecido como estágio de uma pinta (15% da superfície da casca amarela); → Casca do fruto com verde mais claro; → Uma estria amarela quase imperceptível (base do fruto); → Estádio usado para frutos destinados a mercados de exportação (por via aérea) ou para grandes distâncias (1000 a 2000Km).
Estádio 2	<ul style="list-style-type: none"> → Estádio de duas pintas (25% da superfície do fruto amarela); → Casca com verde claro em toda superfície do fruto; → Duas estrias amareladas bem perceptíveis (na base); → Polpa interna com coloração amarela pálida na região próxima a casca e amarela avermelhada próxima aos ovários; → Estádio utilizado para frutos exportados via aérea ou para mercados internos com distancia de 500 a 1000 km do local de produção.
Estádio 3	<ul style="list-style-type: none"> → Estádio de três pintas (50% da superfície do fruto amarela); → 3 a 4 estrias amareladas bem perceptíveis; → Polpa amarela avermelhada próxima a casca e vermelha alaranjada próxima aos ovários; → Frutos comercializados para mercados com distancias de ate 500 km do local de produção.

Fonte: Sanches (2003)

Em termos gerais, o mamão amadurece uniformemente e alcança qualidade superior quando sua coloração externa passa de verde escuro a verde claro, com uma ou duas estrias amareladas (BLEINROTH, 1995). Existe ainda, uma linha de estudo que correlaciona a cor da casca com teor de sólidos solúveis do fruto. Para o grupo ‘Solo’, por exemplo, o mesmo autor afirma que esses frutos não devem ser colhidos com menos de 11,5% e que este teor de sólidos solúveis corresponde a 6% de coloração amarela na casca. Akamine; Goo (1971), estudando a relação entre a porcentagem de coloração amarela na casca em mamão ‘Solo’, encontraram teor máximo de

sólidos solúveis (14,5 °Brix) em frutos com 80% de coloração amarela na casca e que, para se alcançar este índice, o fruto deveria ser colhido com no mínimo, 33% de coloração amarela na casca, visto que o teor de sólidos solúveis é um dos principais atributos de qualidade.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do Experimento

O experimento foi conduzido em um pomar comercial de mamão da empresa FrutaCor no município de Russas, CE (situado a 20m de altitude, latitude 04° 56' 25"S e longitude 37° 58' 33"W), durante o ciclo produtivo de 2008. A temperatura média anual do local é 26°C, umidade relativa 63% e evaporação total, 4,5 mm (estação total Meu IrriWise- EB 1). Foram utilizadas plantas de mamoeiro do grupo 'Formosa' híbrido 'Tainung 01' com 5 meses de idade, espaçadas 2m entre fileiras e entre plantas. O talhão utilizado no experimento possui uma área de 4 hectares (ha) com orientação leste-oeste, o qual foi implantado em 19 de março de 2008, utilizando mudas certificadas da empresa Top Plant (Mossoró-RN), dispostas em 94 fileiras com uma densidade de plantas de 1410 plantas/ha. Antes da implantação do pomar, o solo foi corrigido para elevar o pH a 5,5-6,0 com 4 toneladas de calcário dolomítico aplicados de forma parcelada, sendo 2 toneladas aplicadas em junho de 2007 e as outras 2 toneladas em fevereiro de 2008. O pomar é fertirrigado, por sistema de gotejamento (microirrigação), com gotejadores distanciados 40 cm entre si e vazão de 1,5 l/h e a linha de irrigação distanciada 30 cm em ambos os lados das plantas.

Na primeira quinzena de agosto foram identificadas 160 plantas, e em cada planta, três flores hermafroditas já fecundadas, ou seja, com diâmetros variando de 1 a 1,5cm (0 dia após a frutificação efetiva) foram marcadas em inserções foliares distintas (Figura 3). Em cada inserção foliar, foi selecionada apenas uma flor, sendo realizado desbaste das demais, de modo a resultar um fruto por inserção foliar. Os frutos de idade conhecida, provenientes do desenvolvimento das flores marcadas, foram colhidos ao

longo dos 4,5 meses seguintes para a avaliação de seu desenvolvimento. O intervalo entre a coleta das amostras foi semanal no primeiro mês (28 dias) e após 88 dias do desenvolvimento do fruto, e quinzenal dos 28 aos 88 dias após a marcação das flores. A coleta dos frutos foi feita ao acaso, durante o período da manhã.

Após as coletas os frutos foram acondicionados em monoblocos revestidos com jornal umedecido e transportado para a Embrapa Agroindústria Tropical, para avaliação dos parâmetros físicos e químicos, cerca de 4 horas após a colheita.



Figura 3 - Marcações de flores hermafroditas em mamoeiro do grupo Formosa 'Tainung 01', Russas-CE, 2008.

3.2 Análises físicas

3.2.1 Dimensões do fruto

Para as medições dos frutos foi utilizado um paquímetro digital (Fowler Sylvac) com precisão de 0,02mm a 0,03mm. O comprimento longitudinal foi medido desde a inserção do pedúnculo até a cicatriz do estigma e o comprimento transversal foi medido na região equatorial (Figura 4). Para a medição da espessura da polpa e do diâmetro da cavidade ovariana, fez-se um corte transversal na região mediana do fruto. A espessura média da polpa foi determinada pela média entre a maior e a menor espessura da polpa, uma vez que o fruto, cortado transversalmente, apresenta a cavidade ovariana de formato estrelado. O diâmetro da cavidade ovariana compreendeu a medida da linha traçada entre duas pontas da estrela (CALEGARIO, 1997).



Figura 4 - Determinação do comprimento transversal e longitudinal de mamão formosa 'Tainung 01', Fortaleza-CE, 2008.

3.2.2 Matéria fresca e matéria seca

Para a obtenção da matéria fresca total de cada fruto, foi utilizada uma balança semi-analítica. Foi feito um corte transversal e outro longitudinal no fruto e as sementes foram separadas da polpa e pesadas antes e após secagem em estufa. Após retirada das sementes, uma das metades resultantes do corte longitudinal foi pesada, cortada em cubos e secada em estufa sob ventilação forçada a 70°C, até peso constante. Com a porção mediana da outra metade, foram realizadas as análises químicas.

3.2.3 Firmeza da polpa

Para a determinação da firmeza de polpa utilizou-se de um texturômetro digital Stable Micro Systems, modelo TA.XT2i com ponteira de 2mm (até os 28 dias) e de 6mm para as demais avaliações (Figura 5). A epiderme foi removida com um descascador em dois pontos distintos na região de maior diâmetro. Considerando-se que a pressão que provoca a ruptura da polpa é equivalente à relação entre a força aplicada na ponteira e a área da mesma, foram feitos cálculos para uniformizar os resultados obtidos com a utilização de ponteiras diferentes. Os dados foram expressos em Kgf.cmm^{-2} , considerando a média das duas leituras.



Figura 5 - Texturômetro digital Stable Micro Systems, modelo TA.XT2i

3.2.4 Coloração da casca e da polpa

A coloração da casca e da polpa foi determinada por reflectômetria, utilizando-se um colorímetro CR-300 (Konica Minolta[®], Japão), calibrado em superfície de porcelana branca sob condições de iluminação. As leituras foram expressas no módulo L , c e $^{\circ}h$ que, segundo a CIE (Commission Internationale de L'Eclairage), definem a cor: L , que corresponde à luminosidade (brilho, clareza ou refletância; 0 = escuro/opaco e 100 = branco); C , o croma (saturação ou intensidade da cor; 0 = cor impura e 60 = cor pura); e $^{\circ}h$, o ângulo Hue (tonalidade; 0° = vermelha; 90° = amarelo; 180° = verde; 270° = azul). As medidas foram feitas tomando-se 2 pontos equidistantes. Sendo os resultados expressos em ângulo *hue* (h°), considerando a média das duas leituras.

3.3 Análises físico-químicas

3.3.1 Preparo das amostras para as determinações físico-químicas

Após as avaliações físicas, extraiu-se a polpa comestível, utilizando-se uma centrifuga doméstica modelo RI 6720 marca Philips-Wallita. Parte do extrato foi utilizado para a análise imediata dos sólidos solúveis, outra parte foi acondicionado em copos filmes e armazenado em ultra-freezer a -70°C , para posterior determinação de açúcares totais e acidez. Também foram armazenados casca e polpa envoltos em papel alumínio, para determinação de clorofila e de carotenóides totais.

3.3.2 Clorofilas na casca

Aproximadamente 1,0 g de casca foi retirado em diversos pontos igualmente distribuídos na superfície do fruto. O tecido foi macerado, em câmara escura, em 7,0 mL de acetona 80% com areia lavada. O extrato foi filtrado em papel 'J prolab', com porosidade de $14 \text{ L}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ e diâmetro de 11,5 cm, protegido contra a luminosidade, envolvendo-se os balões volumétricos com papel-alumínio. O filtro foi lavado duas vezes com 7,0 mL de acetona 80% e o volume completado para 25 mL. As absorvâncias do extrato foram lidas em um espectrofotômetro (Spectronic® Genesys™ 2) nos comprimento de ondas de 646,8 e 663,2 nm, utilizando cubetas de quartzo. O conteúdo de clorofilas a (Ca), b (Cb) e total foram determinados segundo as equações proposta por (LICHTENTHALER, 1987):

$$\text{Clorofila a (ug.mL}^{-1}\text{)} = 12,25 \times A_{663,2} - 2,79 \times A_{646,8}$$

$$\text{Clorofila b (ug.mL}^{-1}\text{)} = 21,5 \times A_{646,8} - 5,10 \times A_{663,2}$$

$$\text{Clorofila Total (ug.mL}^{-1}\text{)} = 7,15 \times \text{Abs}_{663,2} + 18,71 \times \text{Abs}_{646,8}$$

$\text{Abs}_{663,2}$ e $\text{Abs}_{646,8}$: absorbâncias nos respectivos comprimentos de onda.

Para transformar os valores encontrados em ug.mL^{-1} para ug.g^{-1} , faz-se necessário a multiplicação desse resultado por 25mL (volume do balão) dividindo-se pelo peso da amostra.

3.3.3 Carotenóides na casca e na polpa

Os carotenóides da casca foram avaliados no mesmo extrato utilizado para o cálculo das clorofilas, seguindo-se o mesmo procedimento, sendo as leituras das absorbâncias realizadas em comprimento de onda de 646,8, 663,2 e 470 nm, utilizando-se a equação proposta por (LICHTENTHALER, 1987).

$$\text{Carotenóides Total (ug.mL}^{-1}\text{)} = [1000 \times \text{Abs}_{470} - (1,82 \times \text{Ca} - 85,02 \times \text{Cb})] / 198$$

Para a determinação dos carotenóides na polpa, o procedimento foi idêntico ao descrito para a casca, tendo sido retirado cerca de 3,0 g de polpa em vários pontos da região mediana do fruto.

Para transformar os valores encontrados em ug.mL^{-1} para ug.g^{-1} , faz-se necessário a multiplicação desse resultado por 25mL (volume do balão) dividindo-se pelo peso da amostra.

3.3.4 Sólidos Solúveis

Para a determinação de sólidos solúveis retirou-se uma amostra da polpa de cada repetição, que foi processada em uma centrifuga, modelo RI 6720 marca Philips-Walita, sendo o suco resultante filtrado em papel filtro e avaliado em refratômetro digital modelo PR-101 pallete (Attago co, Ltd, Japan), com escala variando de 0 até 45% e compensação automática de temperatura. Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

3.3.5 Acidez Titulável

A acidez total titulável foi determinada em duplicata, utilizando-se uma alíquota de suco (1g), à qual foram adicionados 50 mL de água destilada e três gotas de fenolftaleína alcoólica 1%, titulando-se com solução de NaOH 0,1N, previamente padronizada, até atingir o ponto de viragem, caracterizado pelo surgimento da cor rosada. Em seguida, os resultados foram calculados e expressos em porcentagem (%) de ácido cítrico (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

Para a determinação do cálculo de porcentagem de acidez utilizou-se a fórmula:

$$\text{Acidez (\%)} = 10 \times F_{\text{ácido}} \times F_{\text{NaOH}} \times V_{\text{NaOH}} \text{ (mL)} / m \text{ (g)}$$

$F_{\text{ácido}}$ = Fator de correção obtido na padronização do ácido cítrico

F_{NaOH} = Fator de correção obtido na padronização do NaOH

V_{NaOH} = Volume gasto na titulação da amostra (ml)

M = massa de polpa (g)

3.3.6 Açúcares Solúveis Totais

Os açúcares solúveis totais foram determinados utilizando-se o reagente de Antrona, conforme Yemn e Willis (1954). Foi obtido um extrato através da homogeneização de aproximadamente 1g de polpa e 50 ml de água destilada, sendo posteriormente filtrado em papel filtro para um balão volumétrico de 250 ml, que em seguida foi aferido com água destilada. Desta solução, 500 µl (mamão até 21 dias), 250ul (mamão entre 28 e 73 dias), 200ul (mamão com 88 dias), 150ul (mamão com 95 dias), 100ul (mamão entre 102 e 123 dias) e 50ul (mamões a partir dos 130 dias) foram retirados e depositados em tubos de ensaio rosqueável, adicionando posteriormente 500, 750, 800, 850, 900 e 950ul de água destilada respectivamente, para a obtenção de um volume final de 1ml. Feito isso os tubos foram colocados em banho de gelo para a adição de 2ml de antrona, em seguida agitou-se em vórtex, colocou-se em banho de gelo novamente e logo após em banho maria na temperatura de 100°C, por 5 minutos. Ao retirá-los do banho maria os tubos de ensaio retornaram ao banho de gelo para serem resfriados. As amostras foram lidas em espectrofotômetro a 620 nm.

Os cálculos para obtenção do teor de açúcares solúveis totais foram realizados com base nas fórmulas a seguir:

$$\text{Resultado} = \frac{\text{Peso (g)} \times \text{alíquota (ml)}}{\text{Diluição (ml)}} \times 1.000.000$$

$$\% \text{ açúcar} = \frac{\text{Média da concentração} \times 100}{\text{Resultado}}$$

3.4 Análises pós-colheita

A partir dos 123 dias após a frutificação efetiva (DAFE), foram coletados 6 frutos, par compor uma amostra de três repetições, sendo cada repetição, composta por dois frutos. Esses frutos foram armazenados em temperatura ambiente $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $60\pm 2\%$ UR, para posterior verificação da sua maturação. Foram realizadas análises de firmeza de polpa, sólidos solúveis, acidez titulável e açúcares solúveis totais.

3.5 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com 5 repetições, sendo cada repetição composta por 3 frutos.

Utilizou-se o DIC, porque o solo era homogêneo, as plantas eram de mesma idade, oriundas de mudas certificadas, o sistema de irrigação era todo sistematizado com monitoramento automático de pressão, vazão, turno de rega, etc.

3.6 Análise Estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e todas as análises foram efetuadas através do programa SISVAR. A partir dos resultados foram ajustados modelos de regressão através do programa Table Curve (Jandel Scientific, 1991). A equação mais adequada foi obtida em função do R^2 (coeficiente de determinação), das significâncias dos parâmetros das

equações e dos desvios de regressão. Foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para os tratamentos qualitativos (pós-colheita).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características físicas

4.1.1 Matéria fresca e matéria seca

A matéria fresca total, da polpa e das sementes (Figuras 6 e 7) seguiram um padrão sigmoidal simples, conforme enfatiza AWAD (1993), caracterizado por um crescimento inicial rápido até 88 dias após a frutificação efetiva (DAFE), seguido por um crescimento lento. O período de maior ganho de massa fresca total e do fruto ocorreu dos 28 aos 88 DAFE, ganhando nesse período 84,7% da sua massa total (Figura 6). O conhecimento das diferentes fases fenológicas envolvidas no desenvolvimento dos frutos são importantes não somente para definir o momento ideal de colheita, mas, também para viabilizar o manejo com irrigação e nutrientes no solo.

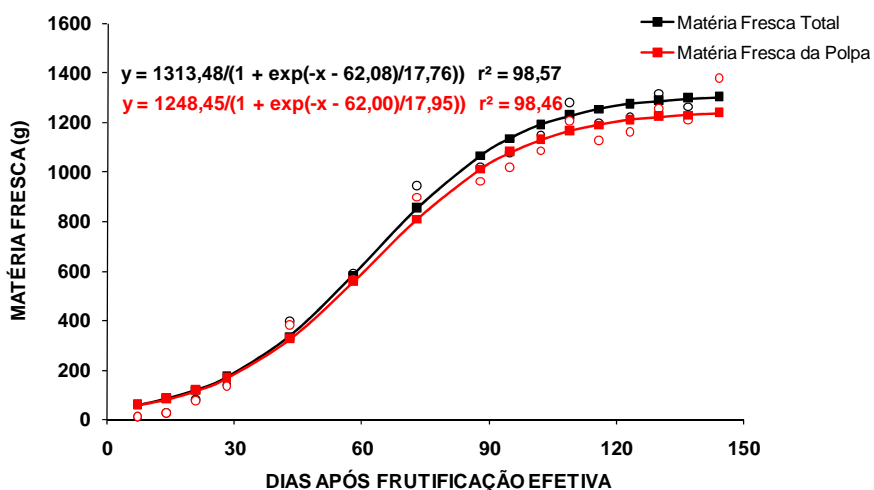


Figura 6 - Matéria fresca total e da polpa durante o desenvolvimento de mamão ‘Tainung 01’, cultivado em Russas-CE. ° - dados observados.

Da mesma forma que a matéria fresca da polpa, a maior taxa de acúmulo de matéria fresca das sementes, de 92,6%, ocorreu dos 28 aos 88 DAFE (Figura 7). Ao contrário da polpa, que continuou o acúmulo de matéria até os 144 DAFE, a semente praticamente cessou a taxa de crescimento aos 123 DAFE, portanto 14 a 21 dias antes da polpa (Figura 7). Semelhante a este resultado, CALEGARIO (1997) verificou que sementes de mamão Sunrise Solo Improved Line 72/12, cessam crescimento 10 a 20 dias antes da polpa.

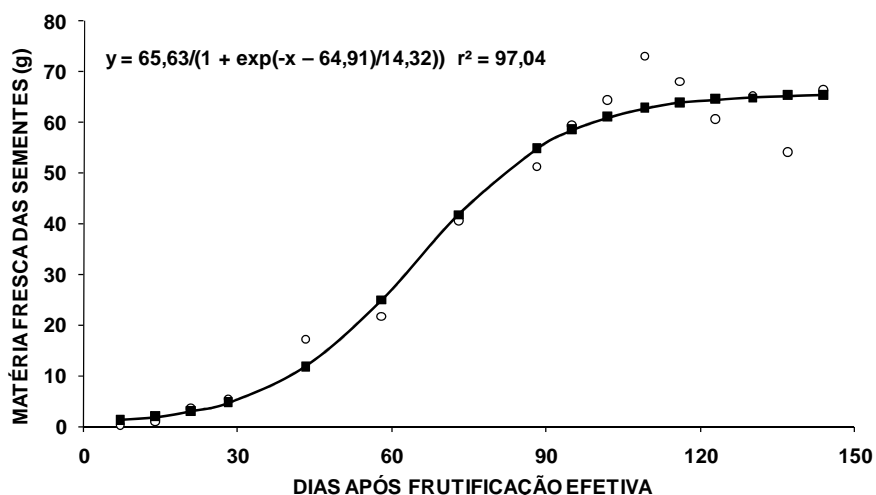


Figura 7 - Matéria fresca das sementes durante o desenvolvimento de mamão ‘Tainung 01’, cultivado em Russas-CE. ° - dados observados.

Verificaram-se valores médios para peso, variando de 1285 a 1300g, quando os frutos atingiram a maturidade fisiológica (130 DAFE). Entretanto, Yamanish et al., (2005) e Costa e Pacova (2003), citam que o peso intermediário (800 e 1100g) de mamão do grupo Formosa é preferido para o mercado. Souza (1998) cita uma faixa de variação com valores compreendidos entre 1202 g e 1352 g. Estes extremos são referentes ao híbrido ‘Tainung 01’ colhidos no estágio de maturação 1 e 2, respectivamente. Junior et al., (2007) verificaram que os mamões, do grupo

Formosa comercializados na CEASA de Campina Grande, tinham peso médio de 1530,7g.

A matéria seca total (MST), matéria seca da polpa (MSP) e matéria seca das sementes (MSS), também apresentaram padrão de crescimento sigmoidal (Figuras 8 e 9). Verifica-se na figura 8 que 50% da matéria seca total e da polpa, formaram-se até os 102 DAFE. O acúmulo de matéria seca parece estar relacionado principalmente ao aumento no volume das paredes celulares do pericarpo. Aumento esse, decorrente principalmente das divisões celulares e da expansão das células do parênquima do fruto (ROTH e CLAUSNITZER, 1972).

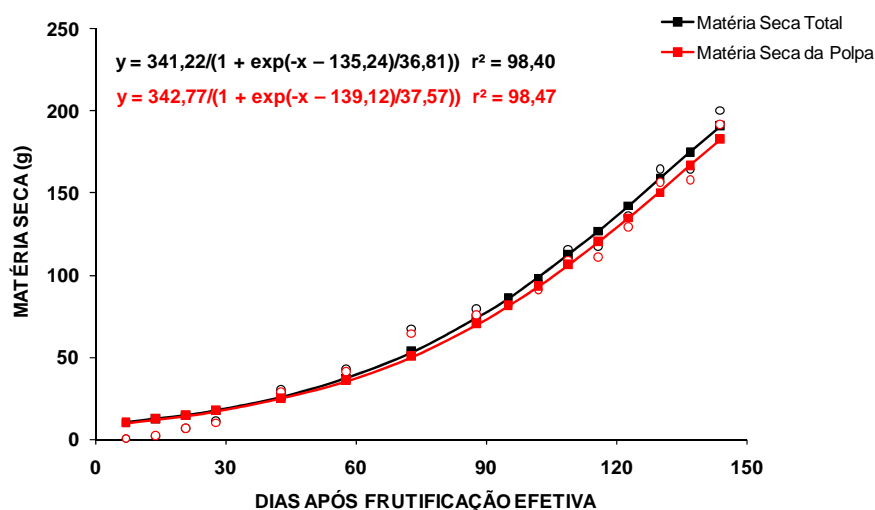


Figura 8 - Matéria seca total e da polpa durante o desenvolvimento de mamão 'Tainung 01', cultivado em Russas-CE. ° - dados observados.

Os outros 50% da matéria seca total e da polpa se deu no período compreendido entre 109 e 144 DAFE, ou seja, em menos de um terço do tempo que o fruto levou para completar seu desenvolvimento. Estes dados são coerentes com os obtidos por QIU et al. (1995), que observaram maior incremento em peso da matéria seca, dos frutos de mamoeiro da variedade Kapoho Solo, após 130 dias de crescimento.

Praticamente a partir dos 102 DAFE, a semente não acumulou mais matéria seca (Figura 9), seu maior acúmulo ocorreu nos períodos compreendidos entre 43 e 102 dias DAFE. O acúmulo rápido de matéria seca em semente deve-se, principalmente, ao fato de constituir-se um órgão de dispersão e perpetuação de espécies.

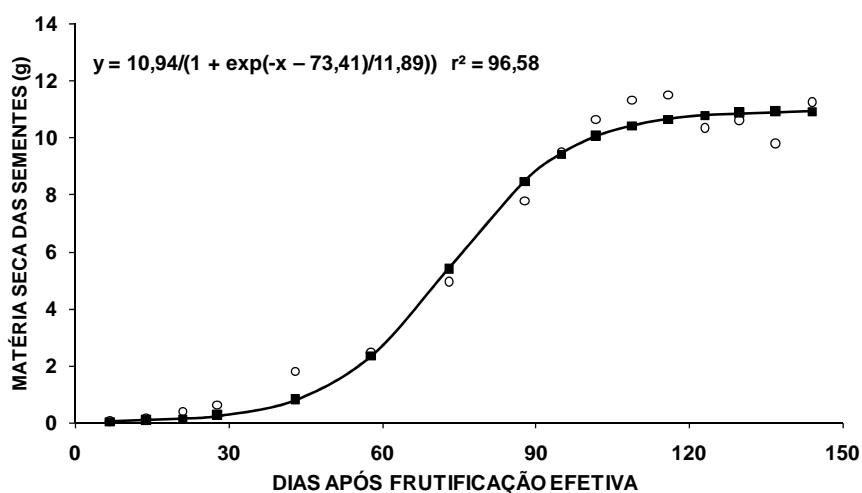


Figura 9 - Matéria seca das sementes durante o desenvolvimento de mamão ‘Tainung 01’, cultivado em Russas-CE. ° - dados observados.

4.1.2 Dimensões do Fruto

Os frutos apresentaram uma elevada taxa de crescimento até aproximadamente 73 DAFE, seguido por uma fase de crescimento lento, que compreende o período entre os 73 a 102 dias, após os quais, seguiu-se uma fase de estabilidade, sem mudança aparente nas dimensões, indicando que o tamanho definitivo do fruto foi atingido nesse período (Figura 10 e 11). Yamanishi et al., (2005), verificaram em mamão Formosa que esse crescimento lento do comprimento longitudinal se deu no período

compreendido entre 63 e 126 dias após a frutificação efetiva (DAFE), e para comprimento transversal, isso ocorreu a partir dos 105 DAFE.

Os valores encontrados nesse experimento de 23,56 e 11,06cm para comprimento longitudinal e transversal, respectivamente, se aproximam daqueles encontrados em mamão ‘Tainung 01’ por Júnior et al. (2007) de 25,60cm e 10,95 cm, respectivamente. Berilli et al. (2007) relatam que períodos com temperaturas mais elevadas, propiciam o desenvolvimento de frutos de mamão com maiores comprimentos e menores diâmetros. Isso é importante do ponto de vista comercial, pois os grandes mercados consumidores preferem frutos mais alongados e cilíndricos (Manica, 1996).

Verifica-se, aos 88 DAFE, que os frutos apresentaram médias de peso (1065g), comprimento longitudinal (22,8cm), comprimento transversal (10,45cm), cavidade ovariana (45,25mm) e espessura de polpa (27,74mm), adequados para a colheita, sem, no entanto, terem atingido valores ideais para outras características, como teores de SS (5,61°Brix), além de apresentarem altos teores de clorofila na casca (451,14ug.g⁻¹) e baixos teores de carotenóides na polpa (1,27 ug.g⁻¹).

Observem que o comprimento longitudinal, transversal, cavidade ovariana e espessura de polpa apresentaram crescimento sigmoidal simples, corroborando com o trabalho realizado por Calegario (1997) com mamão Sunrise Solo Improved Line 72/12.

É possível observar na figura 10, que o aumento do crescimento longitudinal é maior que o transversal, caracterizando o formato alongado do fruto, formato, esse, preferido pelo mercado consumidor, pois apresenta um maior rendimento de polpa. Em frutos oriundos de flor feminina, o crescimento transversal se assemelha ao longitudinal, originando frutos quase esféricos apresentando baixo rendimento de polpa.

Na figura 11 ficou claro que a cavidade ovariana cresce e cessa seu crescimento junto com as sementes (figura 7), deixando explícito a relação entre os dois.

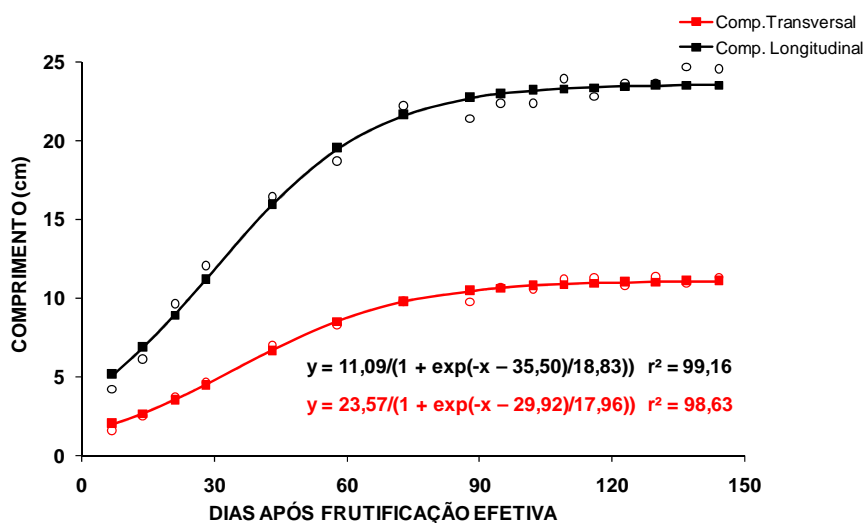


Figura 10 – Comprimento transversal e longitudinal durante o desenvolvimento de mamão ‘Tainung 01’, cultivado em Russas-CE. ◦ - dados observados.

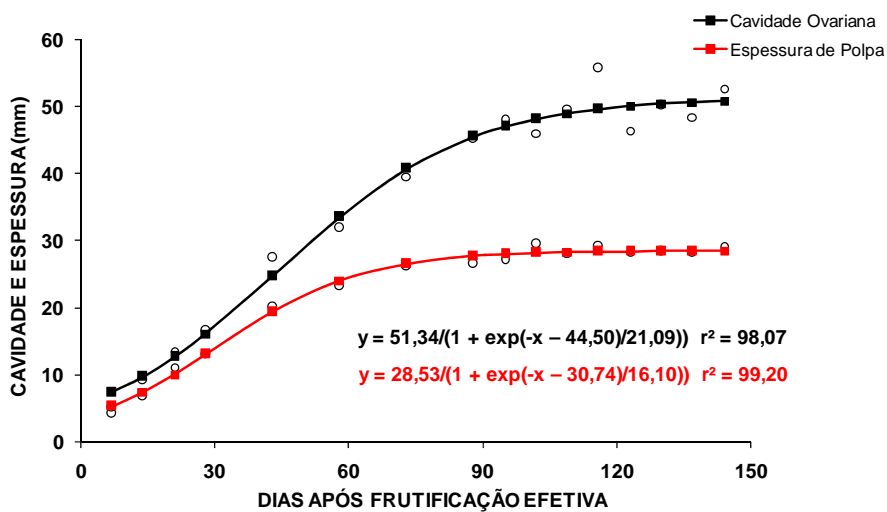


Figura 11 – Cavidade Ovariana e Espessura de Polpa durante o desenvolvimento de mamão ‘Tainung 01’, cultivado em Russas-CE. ◦ - dados observados.

4.1.3 Firmeza de polpa

Observou-se a partir do período inicial de análise, um declínio gradual nos valores de firmeza da polpa de frutos de mamão (Figura 12), indicando haver amaciamento dos tecidos do fruto. A taxa de declínio da firmeza dos tecidos oscilou em torno de 68,7% até 144 DAFE. O amaciamento dos tecidos do mamão está associado, em grande parte, as atividades das enzimas pectinametilesterase e poligalacturonase. Bicalho, (1998) observou que a atividade da pectinametilesterase aumentou gradualmente durante o amadurecimento do mamão. Entretanto, acredita-se que a atividade da enzima poligalacturonase seja efetivamente responsável pelo maior declínio na firmeza do mamão Bicalho, (1998). Paull e Chen (1983) observaram que o pico de atividade da poligalacturonase do mamão ocorre quando a cor da casca encontra-se com 40 a 60% de cor amarela. Possivelmente devido a isso não foi observado queda drástica da firmeza da polpa, pois os frutos analisados nesse trabalho só atingiram aproximadamente 25% da coloração da casca amarela (144 DAFE).

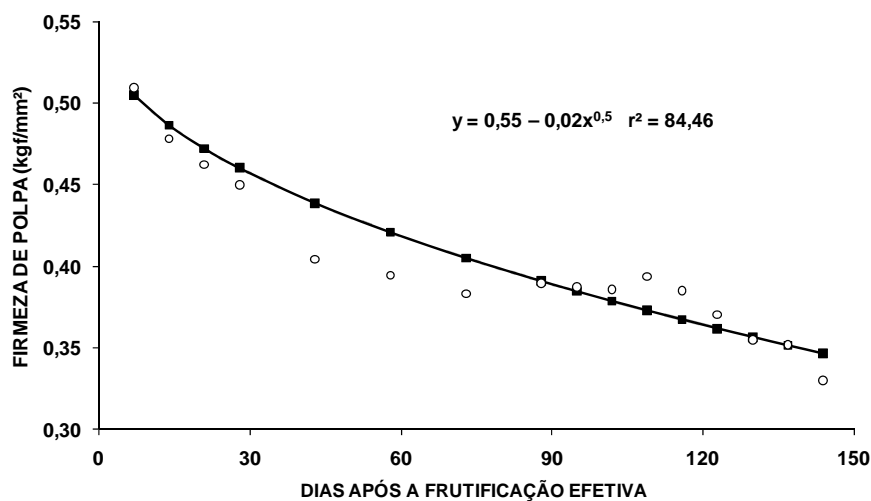


Figura 12 – Firmeza de Polpa durante o desenvolvimento de mamão ‘Tainung 01’, cultivado em Russas-CE. ° - dados observados.

4.1.4 Cor da casca e da polpa

A intensificação da cor verde na casca do fruto, medida pelo ângulo *hue* ($^{\circ}h$), é acompanhada pelo aumento da quantidade de clorofila e carotenóides na casca até os 88 dias (Figuras 14 e 16). A coloração dos frutos aos 88 dias após a frutificação efetiva, apresentou valor médio de ângulo *hue* de 128° , correspondendo a cor verde escura na casca (Figura 14). Os carotenóides e clorofilas da casca também tiveram um ligeiro aumento, atingindo a concentração máxima, aos 88 dias, de $451,14$ e $212,33\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, respectivamente, (Figura 16). Porém a partir deste período houve o declínio da cor verde em razão da mudança da coloração do fruto de um verde escuro para um verde claro devido à redução da quantidade de clorofila na epiderme do fruto. Este decréscimo na quantidade de clorofila está relacionado com a atividade enzimática das clorofilases (KAYS, 1991).

Verifica-se na figura 14 uma queda acentuada nos valores do ângulo *hue* a partir dos 123 DAFE, mostrando indícios de maturidade fisiológica, porém Bleinroth e Sigrist (1989) advertem que, mesmo que o fruto tenha atingido a maturidade fisiológica aos 120-140 dias após a antese, no caso de não apresentar estrias amarelas na casca, existe a possibilidade do fruto não amadurecer corretamente após a colheita, permanecendo verde, perdendo umidade e, conseqüentemente, enrugando, desse modo, quanto maior a porcentagem de coloração amarela na casca do fruto no momento da colheita, melhor é a qualidade da polpa atingida depois do amadurecimento. Por outro lado, quanto mais verde a casca no momento da colheita, maior será o tempo de conservação do produto.

Aos 130 DAFE, o fruto apresentou valor de ângulo *hue* de 122° (Figura 14), que corresponde ao aspecto do fruto mais utilizado como ponto de colheita para comercialização que equivale ao “estádio 1” (15% da casca amarela) na escala de Sanches (2003), evidenciando dessa forma a maturidade fisiológica. Bron (2006), trabalhando com mamão ‘Golden’, diferenciou os estádios 0, 1, 2 e 3 de maturação quanto a cor da casca, que apresentaram na caracterização 110,8, 108,3, 105,3 e 101,5° (Hue) respectivamente.

Silva (1995), Akamine e Goo (1971) e Birth et al., (1984) detectaram o surgimento da coloração amarela ao redor dos 130 dias após a antese. Observe que mesmo sendo cultivado em locais diferentes e com material diferente o aparecimento da coloração amarela culmina com o período relatado por esses autores.



Figura 13 - Frutos de mamoeiro ‘Tainung 01’, aos 7 (A), 14 (B), 21 (C), 28 (D), 43 (E), 58 (F), 73 (G), 88 (H), 95 (I), 102 (J), 109 (K), 116 (L), 123 (M), 130 (N), 137 (O) e 143 dias (P) após a frutificação efetiva, representando a evolução da coloração da casca durante o desenvolvimento, cultivado em Russas-CE.

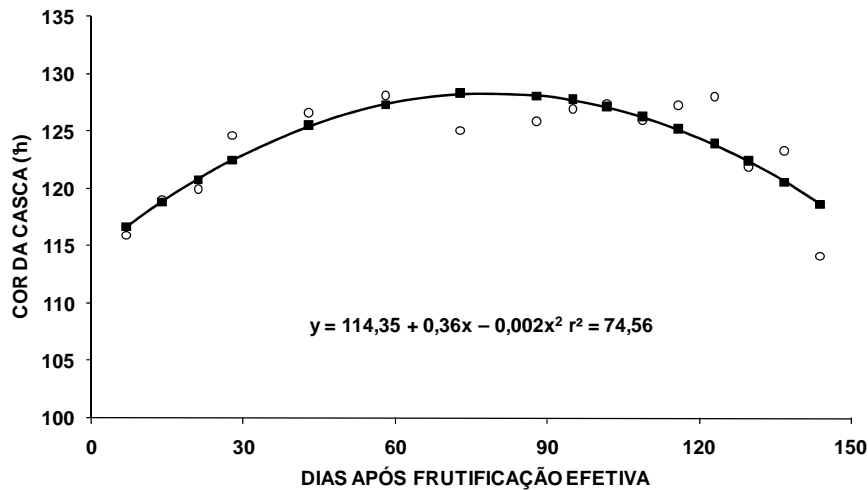


Figura 14 – Cor da casca durante o desenvolvimento de mamão ‘Tainung 01’, cultivado em Russas-CE. ° - dados observados.

De acordo com o sistema CIELAB 1976, se o ângulo *hue* ou *h* estiver entre 0 e 90°, quanto maior ele for mais amarelo é o fruto e quanto menor ele for mais vermelho é o fruto. Pode-se observar na figura 15, que os valores de *h* obtidos para os frutos nos diferentes períodos de desenvolvimento, no intervalo de 14 aos 102 dias, permaneceram constantes em torno dos 108°, correspondendo a uma coloração verde claro.

A partir dos 109 DAFE, a polpa começou a adquirir coloração rósea na periferia da cavidade do fruto e essa coloração intensificou-se a partir de então, de forma que, aos 130 dias o valor do ângulo *hue* diminui quase 50% chegando ao valor de 56° correspondendo a uma coloração amarelo alaranjada. Calegario (1997) só pôde observar a mudança de coloração da polpa aos 130 dias após a antese (DAA). A mudança de cor da polpa ocorreu do centro para a periferia e do ápice para a base do fruto, reiterando as afirmações de ROTH e CLAUSNITZER (1972) de que o amadurecimento não se inicia uniformemente dentro do fruto.

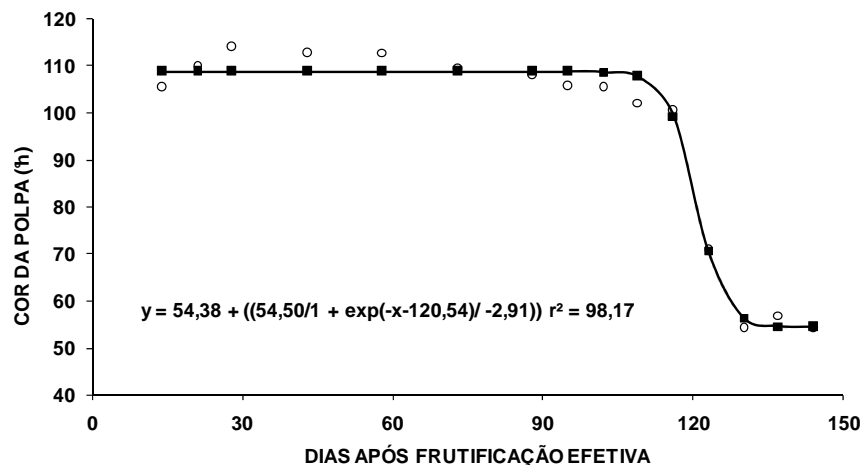


Figura 15 – Cor da polpa durante o desenvolvimento de mamão ‘Tainung 01’, cultivado em Russas-CE. ◦ - dados observados.

4.2 Características físico-químicas

4.2.1 Clorofila e carotenóides da casca

Pode-se observar na figura 16 que ocorreu síntese de clorofila e carotenóides na casca do mamão até aos 88 DAFE, apresentando nesse período seus valores máximos de 451,14 e 212,33 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, respectivamente. A partir desse período até 144 DAFE, observou-se queda nos teores de clorofila e carotenóides da casca. Ao contrário destes resultados, FONSECA et al. (2007), observaram em mamão ‘Golden’ decréscimo de clorofila e aumento de carotenóides com o amadurecimento do fruto. Enquanto, CALEGARIO (1997) detectou em mamão ‘Sunrise Solo Improved Line 72/12’ queda no teor de clorofila somente após 110 DAA e carotenóides a partir de 40 DAA.

Yamanishi et al. (2005), observaram em mamão Formosa ‘Tainung 01’, cultivado em Brasília, no período de novembro a maio, que os teores de clorofila caíram de modo significativo a partir dos 126 dias após a frutificação efetiva.

A quantidade de clorofila da casca do mamão Formosa aos 130 DAFE foi de (331,4 ug/g), quando a cor da casca apresentava as primeiras estrias amarelas, foi superior aos teores detectados em mamão ‘Sunrise Solo’ (192,35 ug/g) e ‘Golden’ (104,6 ug/g casca) por FONSECA et al. (2007), no referido estágio de maturação.

De acordo com Kays (1991), a perda de clorofila é mediada por um aumento na atividade da enzima clorofilase, que degrada a molécula de clorofila. O referido autor argumenta, que paralelo a essa degradação não ocorre síntese de carotenóides, em alguns frutos, e sim exposição de carotenóides (amarelo a vermelho) preexistentes. Isso pode ser observado nesse trabalho, pois a partir da queda nos teores de clorofila, não houve aumento nos teores de carotenóides (Figura 16).

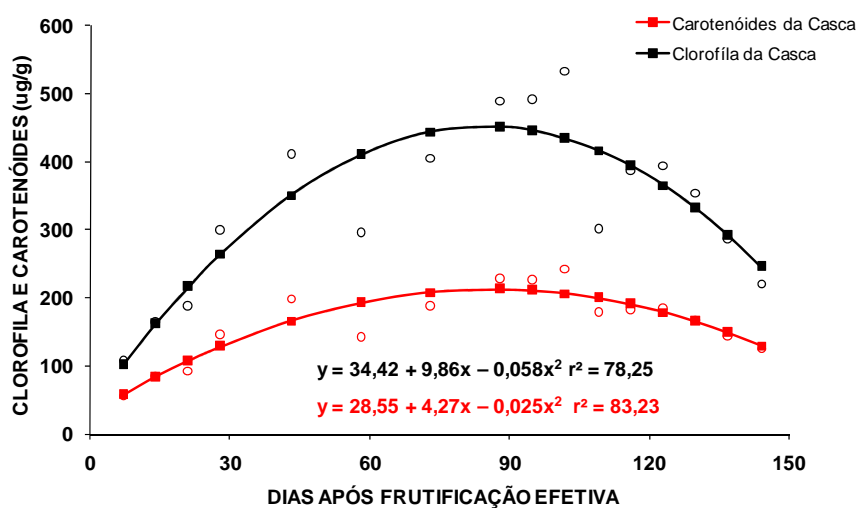


Figura 16 – Clorofila e carotenóides da casca durante o desenvolvimento de mamão ‘Tainung 01’, cultivado em Russas-CE. ° - dados observados.

4.2.2 Carotenóides da polpa

Os pigmentos da polpa aumentaram significativamente após 109 DAFE (Figura 17). O acréscimo no teor de carotenóides até 144 DAFE foi de 8,45 vezes em relação a 109 DAFE e 10,22 vezes em relação a 14 DAFE, dando uma idéia de que quase não houve síntese de carotenóides no intervalo de 14 aos 109 dias. Verificou-se, no início da pigmentação amarela da casca, com 130 dias, que a polpa apresentou cerca de 29,4% do carotenóides acumulado total, que era de 12,68 $\mu\text{g/g}$ aos 144 DAFE. Ficou evidenciado um aumento drástico a partir dos 130 dias, deixando claro a possibilidade de ocorrência da maturidade fisiológica. Kimura et al., (1991) obtiveram teores de carotenóides na faixa de 32,4 - 50,11 $\mu\text{g.g}^{-1}$ em mamão Formosa.

Souza, (2004) observou comportamentos diferentes entre os teores de licopeno e β -caroteno, quando se compara o estágio de maturação 1 e 2. Para os frutos do híbrido 'Tainung 01' coletados em janeiro de 2003, houve diferença significativa entre os dois estádios de maturação, tanto para licopeno quanto para β -caroteno. Os teores médios foram de 20,3 $\mu\text{g/g}$ e 27,3 $\mu\text{g/g}$ de licopeno nos estádios de maturação 1 e 2, respectivamente. Quanto ao β -caroteno foram de 4,1 $\mu\text{g/g}$ no estágio de maturação 1 e 5,2 $\mu\text{g/g}$ no estágio de maturação 2. Já para os frutos coletados em fevereiro de 2004, houve diferença significativa apenas entre os teores médios de licopeno, que foram de 23,7 $\mu\text{g/g}$ e 31,7 $\mu\text{g/g}$ nos estádios de maturação 1 e 2, respectivamente. Os teores médios de 2,8 $\mu\text{g/g}$ e 2,1 $\mu\text{g/g}$ para β -caroteno nos estádios de maturação 1 e 2, respectivamente, não diferem significativamente.

ROTH e CLAUSNITZER (1972) argumentam que o fruto do mamão amadurece de dentro para fora, e que isto está associado a uma desuniformidade anatômica entre as células do centro e da periferia do fruto. As células da parte central do pericarpo dividem-se em vários planos, diferenciam-se primeiro, aumentam mais de tamanho e são ricas em cromoplastos de cor alaranjada, enquanto que as subepidérmicas ficam pequenas por mais tempo e se adaptam ao crescimento por estiramento tangencial, formando um tecido esponjoso de células contendo cloroplastos.

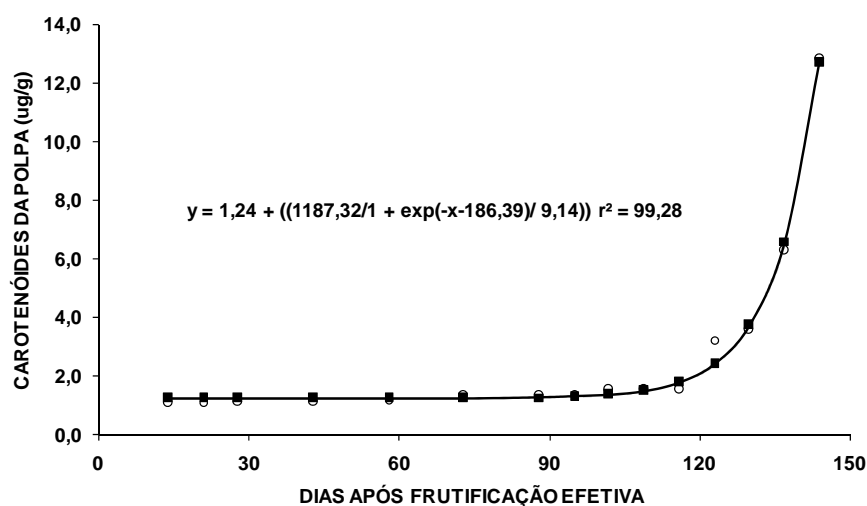


Figura 17 – Carotenóides da polpa durante o desenvolvimento de mamão ‘Tainung 01’, cultivado em Russas-CE. ○ - dados observados.

4.2.3 Sólidos Solúveis

Houve acréscimo no teor de sólidos solúveis (SS) durante o desenvolvimento do fruto (Figura 18). Os valores oscilaram de 5,1 a 13,0%, sendo que no início do desenvolvimento até aos 73 DAFE, não houve aumento significativo na porcentagem de SS que permaneceu entre 5,1% e 5,3%. Enquanto, em mamão ‘Sunrise Solo’, foi verificado aumento no teor

de SS após 40 DAA por SILVA (1995) e após 120 dias em mamão Sunrise Solo Improved Line 72/12, por Calegario (1997). Os mesmos atribuem tal comportamento, a alta atividade metabólica dos tecidos, verificada pelo grande incremento em dimensões do fruto até esse período.

A percentagem de SS aumentou a partir dos 88 DAFE estendendo-se até os 144 dias. Yamanishi et al (2005) observaram significativo aumento um pouco antes, a partir do 63º DAFE, estendendo-se somente até o 126 DAFE, quando atingiu 10,3% de SS.

Observe que o início da elevação dos SS (Figura 18) culmina com o início do decréscimo de clorofila na casca (Figura 16). Resultados semelhantes foram observados em mamão Sunrise Solo Improved Line 72/12 (Calegario, 1997), em que a mudança na cor da casca (perda de clorofila) ocorreu no início de acúmulo de SS no fruto.

Aos 130 dias os frutos já apresentavam teores de SS de 11,24%, faixa ideal para comercialização de mamão, do grupo 'Formosa', destinado ao mercado interno. Este valor se aproxima dos valores encontrados por Sousa (2004) que foi de 11,1 a 12,5% para mamões "Tainung 01" coletados em épocas e estádios de maturação correspondente ao estádio 1 e 2.

Verificou-se, neste trabalho, que o teor de SS dos frutos ficou bem acima (13%) da faixa considerada normal para esse grupo (9,0-12%) segundo dados obtidos em trabalhos realizados por Viegas (1992), Fioravanço et al. (1994) e Fagundes (1999). Não se observou o decréscimo em sólidos solúveis totais que, segundo Medina (1989), ocorre quando os frutos atingem mais de 80% de maturação, em consequência de possível deterioração.

Com base nos dados de sólidos solúveis, a colheita deveria ser indicada a partir dos 130 DAFE, quando o fruto está com cerca de 10% de casca amarela (Figura 13). Aos 123 DAFE, com base no tamanho do fruto, coloração da polpa, da casca (verde claro), com o início do aumento dos carotenóides da polpa e teor de sólidos solúveis de 9,95%, levantou-se a

hipótese de que o fruto estivesse maduro fisiologicamente. Entretanto, após coletado e armazenado em temperatura ambiente de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $60\pm 2\%$ UR, foi possível observar que os frutos não amadureceram, permanecendo verdes e murchos devido à perda de água dos tecidos.

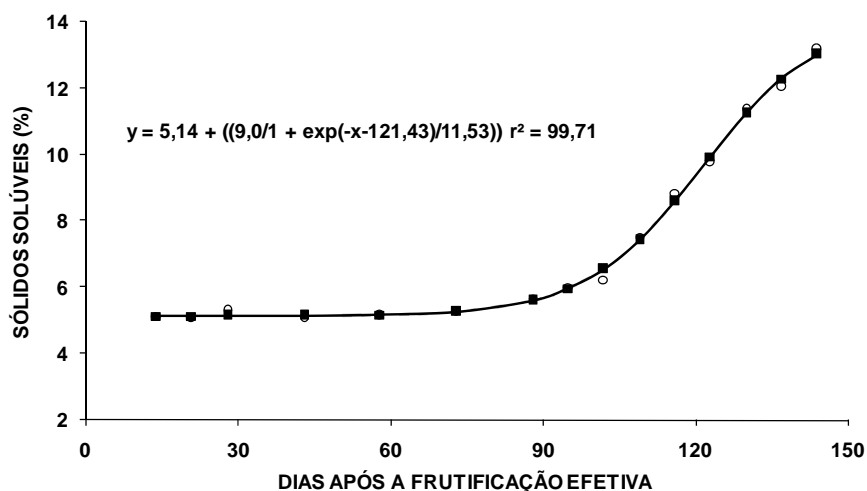


Figura 18 – Sólidos solúveis da polpa durante o desenvolvimento de mamão ‘Tainung 01’, cultivado em Russas-CE. ° - dados observados.

4.2.4 Acidez titulável

Os valores de acidez decresceram, do início do desenvolvimento, até 73 DAFE, apresentando o valor de 0,089% (Figura 19). Segundo Chitarra; Chitarra (2005), esse decréscimo ocorre porque os ácidos orgânicos estão sendo largamente utilizados como substratos no processo respiratório ou na sua transformação em açúcares. No entanto isso não ocorre em todos os frutos, como por exemplo, a banana. Tem papel importante nas características de sabor (acidez) e do aroma, uma vez que alguns compostos são voláteis.

KAYS (1991) explica que a síntese de ácidos orgânicos em frutos ocorre pela oxidação, descarboxilação, e em alguns casos, pela carboxilação na via respiratória do ácido tricarbóxico.

A partir dos 73 DAFE, os teores de acidez mantiveram-se constantes (0,089%). Esses dados foram semelhantes aos detectados em mamão por SILVA (1995), onde a acidez titulável da polpa apresentou uma fase de contínua redução até 110 DAA e, posteriormente, uma relativa estabilidade até a maturação, aos 135 DAA. Porém, Yamanish et al., (2005) e Calegario, (1997) verificaram no mamão 'Tainung 01' e 'Sunrise Solo Improved Line 72/12', respectivamente, decréscimos nos valores da acidez, seguido posteriormente por um acréscimo nesses valores até a maturidade fisiológica. Kays (1991) explica que tanto a cultivar quanto a época de produção pode interferir na concentração dos ácidos nos frutos.

Os resultados de acidez detectados neste trabalho, confirmam aqueles obtidos por SELVARAJ et al. (1982) e Chen (1964) citado por Calegario (1997), em que a acidez decresce em dois terços durante a maturação do fruto do mamão.

Em comparação com outros frutos, a acidez titulável do mamão é considerável baixa ao longo da ontogenia (SELVARAJ e PAL, 1982; SELVARAJ et al., 1982). O ácido cítrico é o mais comumente detectado, formando, juntamente com o málico, 30 a 60% da acidez não-volátil (SELVARAJ et al., 1982).

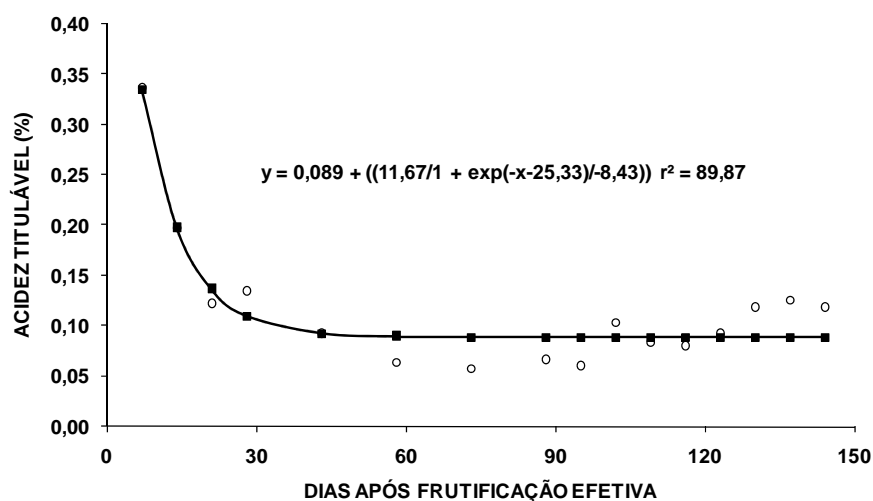


Figura 19 – Acidez titulável da polpa durante o desenvolvimento de mamão ‘Tainung 01’, cultivado em Russas-CE. ° - dados observados.

4.2.5 Açúcares Solúveis Totais

A mudança mais importante no mamão está relacionada às modificações nos carboidratos, pois os açúcares são muito importantes para o sabor da fruta e oscilam de acordo com o tipo, cultivar, estágio de maturação do fruto e condições climáticas (BICALHO, 1998).

Houve acréscimo nos teores de açúcares totais dos 14 (1,12%) aos 144 (11,42%) DAFE (Figura 20). Em mamão ‘Sunrise Solo Improved Line 72/12’, Calegario (1997) verificou aumento no teor de açúcares totais dos 30 aos 159 dias após a antese e somente a partir dos 120 DAA o fruto tornou-se um dreno mais forte de açúcares (Calegario, 1997).

Pode ser observado comportamento semelhante para o mamão ‘Tainung 01’ a partir dos 130 DAFE, nesse período, os teores de açúcares totais dos frutos que foi de (8,7%), corresponderam a 77,4% dos sólidos

solúveis (11,2%) e 76,3% dos açúcares solúveis totais acumulado aos 144 DAFE (11,4%). Nesse período, pode se supor que não seja bom para a qualidade do fruto antecipar a colheita, pois somente a partir dos 130 dias foi verificado amadurecimento normal (Tabela 3), sendo estatisticamente iguais os teores de açúcares totais aos 130 dias e 144 dias.

Neste trabalho verificou-se aos 144 DAFE que os teores de açúcares totais representavam cerca de 87,7% do total dos sólidos solúveis. Para Chitarra e Chitarra (2005) o teor de açúcares dos frutos representam cerca de 85%-90% dos sólidos solúveis. Bell et al. (1996), argumentam que os açúcares participam de 90% da composição dos sólidos solúveis, o que corresponde de 10 a 14% do peso da polpa.

Em mamão Sunrise Solo Improved Line 72/12, os açúcares redutores até 120 DAA representam quase 90% dos açúcares totais. Aos 150 DAA, estes representam somente 35% dos açúcares totais (CALEGARIO, 1997).

É importante sempre avaliar, em conjunto, as principais características que determinam o ponto de colheita (Cor da casca e da polpa, pigmentação, firmeza, sólidos solúveis, açúcares solúveis totais entre outras), sabendo que estão diretamente relacionadas a fatores como condições climáticas, manejo, adubação, tratos culturais, etc., bem como a distância ao mercado consumidor.

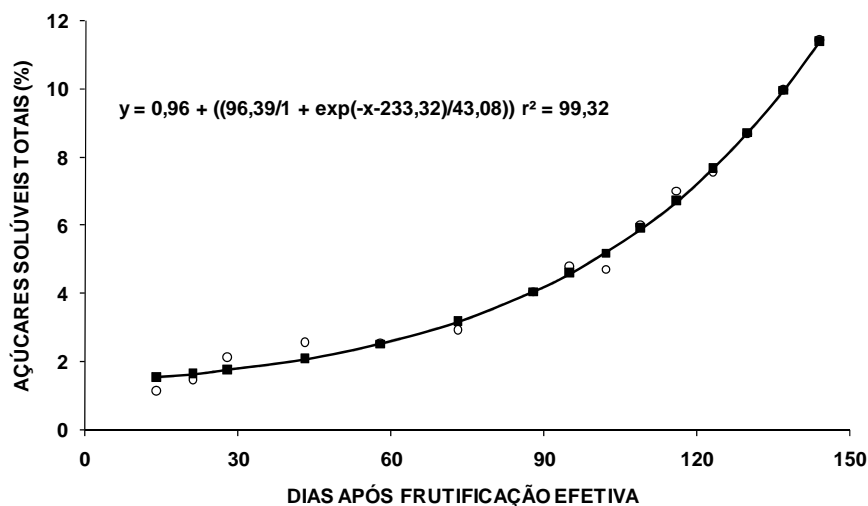


Figura 20 – Açúcares solúveis totais da polpa durante o desenvolvimento de mamão ‘Tainung 01’, cultivado em Russas-CE. ° - dados observados.

4.3 Armazenamento

Após 7 dias de armazenamento a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $60\pm 2\%$ UR, é possível observar na tabela 2 que os frutos colhidos aos 130 dias apresentaram firmeza de polpa maior do que os frutos coletados aos 144 DAFE, já os sólidos solúveis e acidez titulável foi menor. No que diz respeito aos açúcares solúveis totais não houve diferença nos frutos armazenados. Ribeiro (2002), trabalhando com o mamão Formosa ‘Tainung 01’, em condições ambientes sem nenhum tratamento pós-colheita, observou aumento de açúcares por ocasião da colheita até os 9 dias de armazenamento.

Desse modo, os frutos armazenados em temperatura ambiente $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $60\pm 2\%$ UR, a partir dos 130 DAFE apresentaram características ótimas para consumo, como: firmeza de polpa, sólidos solúveis, acidez titulável e açúcares solúveis totais (Tabela 2). Vale salientar que todos

apresentavam, aos sete dias de armazenamento, mais de 75% da polpa amarela. Em mamão Formosa ‘Tainung 01’, sob condições ambientais Ribeiro (2002) verificou evolução na coloração da casca até os seis dias, de armazenamento, estando os frutos ótimos para a comercialização entre três e seis dias quando apresentavam mais de 50% casca com coloração amarela. Honório (1988) observou que frutos colhidos com 6% da superfície da casca amarela, e mantidos à temperatura ambiente, atingem 95% de cor amarela 20 dias após a colheita.

Em mamão ‘Sunrise Solo’, armazenado a temperatura ambiente, Lopes (1997) verificou evolução na coloração da casca dos frutos até oito dias, fato que evidencia um amadurecimento mais acelerado do mamão Formosa em comparação ao mamão Papaya.

Ribeiro (2002), estudando mamão formosa híbrido ‘Tainung 01’, na temperatura ambiente, sem nenhum tratamento pós-colheita, observou que aos nove dias de armazenamento, os frutos estavam impróprios para o consumo, com nota inferior a 2 para aparência externa e inferior a 3 para aparência interna.

Os frutos armazenados com períodos anterior aos 130 DAFE não amadureceram mantendo-se verdes e enrugados, devido a perda de água dos frutos, corroborando com os resultados encontrados pelas variáveis analisadas, de que a maturidade fisiológica, ou ponto ideal de colheita, só ocorreu a partir dos 130 dias de armazenamento.

Tabela 2 - Firmeza de polpa (FP), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e açúcares solúveis totais (AST) de mamão Formosa ‘Tainung 01’ em função do período de colheita com 7 dias de armazenamento em temperatura ambiente $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $60\pm 2\%$ UR. Fortaleza-CE, 2008.

Dias até a colheita	Média			
	FP(kgf.mm ⁻²)	SS(%)	AT(%)	AST(%)
130*	0,065a ¹	12,67a	0,11a	9,74a
137	0,046ab	13,67ab	0,13ab	11,09a

144	0,034b	14,33b	0,16b	11,55a
-----	--------	--------	-------	--------

¹ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

*Após os respectivos dias, os frutos permaneceram 7 dias em temperatura ambiente $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $60\pm 2\%$ UR.

5 CONCLUSÕES

Com base nos valores médios de todos os parâmetros analisados nos frutos colhidos aos 130 DAFE, verificou-se que a colheita pode ser feita a partir deste estágio, pois os valores obtidos estavam dentro do intervalo considerado ideal para comercialização de frutos do grupo 'Formosa' destinados ao mercado e quando submetidos ao armazenamento amadureceram normalmente estando aptos para o consumo.

Para as condições e época de condução do experimento, concluiu-se que:

- Os teores de clorofila dos frutos decrescem conforme o aumento do grau de maturação.
- Os resultados das análises de firmeza da polpa, acidez, açúcares, e sólidos solúveis totais sugeriram que o fruto atingiu a maturidade fisiológica aos 130 DAFE, que coincidiu com a época em que ocorreu o aparecimento de uma lista amarela na casca.
- A qualidade comercial dos frutos é garantida, se a colheita é feita aos 130 DAFE, coincidente com a época do aparecimento das listas amarelas na casca.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 2008. **Anuário da Agricultura Brasileira**. Sílvia Corrêa...[et al.]. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta, Santa Cruz, 2008. 136 p. .:il. ISSN 1808-4931

ALICE-Web. **Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior via Internet**. Disponível em: <<http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br>>. Acesso em Março de 2009.

ALVES, É, J.; MEDINA, V. M.; OLIVEIRA, M. A. **Colheita e manejo pós-colheita**. In: ALVES, É, J. A cultura da banana: Aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. Brasília: EMBRAPA-SPI, p.453-485, 1999.

ALVES, F.L. **A cultura do mamão Carica papaya L. no mundo**. In: Martins, D.S., Costa, A.F.S. (eds.) A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção. Vitória - ES, p. 13-34, 2003.

AKAMINE, E. K.; GOO, T. **Relationship between surface color development and total soluble solids in papaya**. HortScience, Alexandria, v. 6, p. 557-568, 1971.

ARRIOLA, M. C. de; CALZADA, J. F. de; MENCHU, J. F.; ROLZ, C.; GARCIA, R.; CABRERA, S. De. **Papaya**. In: Tropical and subtropical fruits. Westport: AVI, p. 316-340, 1980.

AWARD, M. **Fisiologia pós-colheita em frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. p.79-80.

BALBINO, J.M.S. **Colheita, pós-colheita e fisiologia do amadurecimento do mamão**. In: Martins, D.S., Costa, A.F.S. (eds.) A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção. Vitória - ES, p. 405-439, 2003.

BALBINO, J.M.S., COSTA, A.F.S. **Crescimento e desenvolvimento dos frutos do mamoeiro do ‘Grupo Solo’ e padrão de qualidade** In: Martins, D.S., COSTA, A.F.S. (eds.) A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção. Vitória - ES, p. 389-401, 2003.

BALBINO, J.M.S. **Efeitos da hidrotermia, refrigeração e ethephon na qualidade pós-colheita do mamão (*Carica papaya* L.)**. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) - Viçosa - MG, Universidade Federal de Viçosa - UFV, 104p, 1997.

BELL, R.L.; QUAMME, H.A.; LAYNE, R.E.C.; SKIRVIN, R.M. In: JANICK, J.; MOORE, J.N. (Ed.). **Fruit breeding**. West Lafayette: J. Wiley, 1996.v.1, p. 441-515.

BERILLI, S. da S; OLIVEIRA, J. G. de; MARINHO, A.B.; LYRA, G.B; SOUSA, E.F. de; VIANA, A.P.; BERNARDO, S.; PEREIRA, M.G. **Avaliação da taxa de crescimento de frutos de mamão (*Carica papaya* L.) em função das épocas do ano e graus-dias acumulados**. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 29, n. 1, p. 011-014, Abril 2007.

BICALHO, U. de O. **Vida útil pós-colheita de mamão submetido a tratamento com cálcio e filme de pvc**. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos). UFLA-Lavras/MG, 145p. 1998.

BIRTH, G. S., DULL, G. G., MAGEE, J. B. et al. **An optical method for estimating papaya maturity**. Journal of the American Society of Horticultural Science, v. 109, n. 1, p. 62-66, 1984.

BLEINROTH, E. W. In: **Mamão para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita** (GAYET, J. P.; BLEINROTH, E. W.; MATALLO, M.; GARCIA, E. E. C.; GARCIA, A. E.; ARDITO, E. F. G.; BORDIN, M. R.) Brasília: EMBRAPA – FRUPEX, 38p. 1995.

BLEINROTH, E. W., SIGRIST, J. M. M. Matéria-prima. In: INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. **Mamão: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. 2. ed. rev. e ampl. Campinas, 1989. p. 178-254.(Série frutas tropicais, 7).

BRON, I. U. **Amadurecimento do mamão 'Golden': ponto de colheita, bloqueio da ação do etileno e armazenamento refrigerado**. 2006. 66f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2006.

CALEGARIO, F. F. **Características físicas e químicas do fruto de mamão (*carica papaya L.*) em desenvolvimento.** Dissertação de mestrado em Fisiologia Vegetal, MG: UFV, 1997 p.01-71.

CARVALHO, A. M. **Polinização controlada das flores do mamoeiro.** O Agrônômico. v. 18, n. 1/2, p. 9-11, 1966.

CARVALHO, R. I. N.; FIORAVANÇO, J. C.; PAIVA, M. C.; MANICA, I. **Características físicas e químicas do mamão “papaya” comercializado em Porto Alegre-RS.** Rev. Brás. Frutic. 14(1): 143-147, 1992.

CHAN JR., H. T., HIBBARD, K. L., GOO, T. et al. **Sugar composition of papayas during fruit development.** HortScience, v. 14, n. 2, p. 140-141, 1979.

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

COELHO, E. F.; OLIVEIRA, A. M. G. **Fertirrigação do mamoeiro.** In: MARTINS, D. dos S. Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno. Vitória,: INCAPER, 2004. p. 237-250.

CORREA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas.** [s.l]: Ministério da Agricultura; Instituto Brasileiro do Desenvolvimento Florestal, 1984. v. 5, p. 59.

COSTA, A.F.S., PACOVA, B.E.V. **Caracterização de cultivares, estratégias e perspectivas do melhoramento genético do mamoeiro.** In: Martins, D.S., Costa, A.F.S. (eds.) A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção. Vitória - ES, p. 51-102, 2003.

FAGUNDES, G.R. **Aspectos da comercialização do abacaxi, banana e mamão em Brasília-DF - qualidade, perdas e preços.** Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 158f.,1999.

FIORAVANÇO, J.C.; PAIVA, M.C.; CARVALHO, R.I.N. de.; MANICA, I. **Características do mamão Formosa comercializado em Porto Alegre de outubro/91 a junho/92.** Ciência Rural, Santa Maria, v.24, n.3, p.519-522, 1994.

FONSECA, M. J. O. ; LEAL, NILTON ROCHA ; CENCI, SÉRGIO AGOSTINHO ; CECON, PAULO ROBERTO ; SMITH, RICARDO ENRIQUE BRESSAN ; BALBINO, JOSÉ MAURO DE SOUZA. **Evolução dos pigmentos durante o amadurecimento do mamão Sunrise Solo e do mutante Golden.** Revista Brasileira de Fruticultura, v. 29, p. 451-455, 2007.

FONSECA, M. J. DE O. **Conservação pós-colheita de mamão (Carica papaya L.): análise das cultivares sunrise, solo e golden, sob controle de temperatura e de atmosfera modificada.** Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade do norte Fluminense – UENF, p.177. 2002.

FONTES, H. R.; CINTRA, F. L. D.; CARVALHO FILHO, O. M. **Implantação e manejo da cultura do coqueiro.** In: FERREIRA, J. M. S.; WARWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. A cultura do coqueiro no Brasil. Brasília: EMBRAPA-SPI, p.99-128, 1998.

HONÓRIO, S. L. **Armazenagem e conservação de mamão (Carica papaya L.) v. Solo.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MAMOEIRO, 2, 1988, Jaboticabal. Anais... Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1988. 428 p. p.293-309.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** 3.ed. São Paulo: IAL, 1985. v.1, p. 533.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE.** Produção Agrícola Municipal. 2009. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 25 de Janeiro de 2009.

JACOMINO, A. P.; BRON, L. U.; KLUGE, R. A. **Avanços em tecnologia pós-colheita de mamão**. In: MARTINS, D. S. *Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno*. Vitória-ES: INCAPER, p. 283-293, 2003.

JÚNIOR, R., F.; TORRES, L. B. V.; CAMPOS, V. B.; LIMA, A. R.; OLIVEIRA, A.D.; MOTA, J. K. M. **Caracterização físico-química de frutos de mamoeiro comercializados na EMPASA de Campina Grande-PB**. *Rev. Bras. Prod. Agr., Campina Grande*, v.9, n.1, p. 53-58, 2007.

KIMURA, M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; YOKOYAMA, S. M. **Cultivar differences and geographic effects on the carotenoid composition and vitamin A value of papaya**. *Lebens. Wissen. Technol.*, v. 24, n. 5, p. 415-418, 1991.

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

KUHNE, F. A., ALLAN, P. **Seasonal variations in fruit growth of *Carica papaya* L.** *Agroplanta*. v. 2, n. 3, p. 99-104, 1970.

LAU, O. L.; LANE, W. D. **Harvest indices, storability, and postharvest refrigeration requirement of “Sunrise” apple**. *Hort Science*, 33(2): 302-304, 1998.

LICHTENTHALER, H.K. **Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes**. *Methods Enzymol.* 148:350-382, 1987.

MARIN, S.L.D., GOMES, J.A., SALGADO, J.S. **Recomendações para a cultura do mamoeiro cv. Solo no estado do Espírito Santo**. 3. ed. Rev. Ampl., Vitória, ES: Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária (EMCAPA. Circular Técnico), 65p, 1987.

MARIN, S. L. D., GOMES, J. A., SALGADO, J. S. et al. **Recomendações para a cultura do mamoeiro dos grupos Solo e Formosa no Estado do Espírito Santo**. 4. ed. rev. ampl. Vitória, ES: EMCAPA, 1995. 57p. (Circular técnica, 3).

MARIN, S.L.D. **Propagação do mamoeiro**. Anais do 2o Simpósio Brasileiro sobre a Cultura do Mamoeiro, Jaboticabal - SP, 25 a 28 de janeiro. FCAV/UNESP, 177-194, 1988.

MARTINS, D. Dos S.; COSTA, A. de F. S. da. (eds.) **A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção**. Vitória, ES: Incaper, 2003.

MEDINA, J. C. Cultura. In.: INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. **Mamão: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. 2. ed. rev. e ampl. Campinas, 1989. p. 1-177. (Série frutas tropicais, 7).

MONTEIRO, S. **Frutas frescas: vitórias e desafios**. Frutas e derivados. IBRAF– Instituto Brasileiro de Frutas Ano 1. Edição 2. Jun. 2006.

OLIVEIRA, M.A.B. **Variações de Algumas Características Fisiológicas dos Frutos de Mamoeiro (*Carica papaya* L.) em Função de Diferentes Épocas de Colheita**. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual Norte do Fluminense - UENF, 73p, 1999a.

OLIVEIRA, M. A. B.; VIANNE, R.; SOUZA, G. de; ARAÚJO, T. M. de R. **Caracterização do estágio de maturação do papaia ‘golden’ em função da cor**. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 24, n. 2, p. 559-561, 2002.

PAULL, R. E.; CHEN, N. J. **Postharvest variation in cell wall-grown enzymes of papaya (*Carica papaya* L.) during fruit ripening**. Plant Physiology, v. 72, p. 382-385, 1983.

PAULL, R. E; GROSS, K.; QIU, Y. **Changes in papaya cell walls during fruit ripening**. Postharvest Biology and Technology. v.16, p. 79-89, 1999.

QIU, Y., NISHINA, M. S., PAULL, R. E. **Papaya fruit growth, calcium uptake, and fruit ripening**. Journal of the American Society for Horticultural Science, v. 120, n. 2, p. 246-253, 1995.

RADAR COMERCIAL. **Radar Comercial – Análises de Mercados e Produtos**. Disponível em: <http://radarcomercial.desenvolvimento.gov.br>. Acesso em fevereiro de 2009.

RIBEIRO, M. D. **Estudos preliminares do comportamento do mamão ‘Formosa’ armazenado em condições ambientais**. Monografia (Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Mossoró, ESAM, Mossoró. 39p, 2002.

ROCHA, R. H. C. **Qualidade e vida útil pós-colheita do mamão Formosa ‘Tainung 01’ armazenado sob refrigeração**. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró, RN, 64p, 2003.

ROCHA, R.H.C.; NASCIMENTO, S.R.C.; MENEZES, J.B.; NUNES, G.H.S.N.; SILVA, E.O. **Qualidade pós-colheita do mamão formosa armazenado sob refrigeração**. Revista Brasileira de Fruticultura. Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 386-389, 2005.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **Some considerations in generating carotenoid data for food composition tables**. J. Food Composit. Anal., Orlando, v. 13, p.641-647, 2000.

ROTH, I., CLAUSNITZER, I. **Desarrollo y anatomia del fruto y de la semilla de Carica papaya L. (Lechosa)**. Acta Botánica Venezuelica, v. 7, n. 1/2/3/4, p. 187-206, 1972.

RYALL, A.L; LIPTON, W.J. **Vegetables as living products respiration and heat production**. Handling, transportation and storage of fruits and vegetables. Westport, Avi, 1979. v.1, p. 1-34.

SALUNKHE, D.K.; DESAI, B.B. **Postharvest biotechnology of fruits**. Boca Raton, RCR, 1984. V.1, 168p.

SAMS, C. E. **Preharvest factors affecting postharvest texture**. **Postharvest Biology and Tecnology**. v. 15, p. 249-254, 1999.

SANCHES, J. (2003) **Pós-colheita de mamão**, In: Informe-on-line Toda Fruta. Edição de 24/09/2003, disponível em: <<http://www.todafruta.com.br>>. Acesso em: 24 de janeiro de 2009.

SELVARAJ, Y., PAL, D. K. **Changes in the chemical composition of papaya (Thailand variety) during growth and development**. Journal of Food Science and Technology, v. 19, n. 6, p. 257-259, 1982.

SELVARAJ, Y., PAL, D. K., SUBRAMANYAN, M. D. et al. **Changes in the chemical composition of four cultivars of papaya (Carica papaya L.) during growth and development**. Journal of Horticultural Science, v. 57, n.1, p. 135-143, 1982.

SILVA, J. R. S. **Desenvolvimento do fruto do mamoeiro (Carica papaya L.) cv. Sunrise Solo**. Cruz das Almas: EAUFBA. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, 50 p. 1995.

SIMÃO, S. (1998) **Mamoeiro**. In: Tratado de Fruticultura. Piracicaba: FEALQ, 1:541-575.

SOUZA, G. **Características Físicas, e Sensoriais do Fruto de Cinco Cultivares de Mamoeiro (Carica papaya L.) produzidas em Macaé - RJ**. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, 68p, 1998.

SOUZA, L. M. de. **Algumas características físicas e químicas de mamões (Carica papaya L.) dos grupos “formosa” (Tainung 01) e “SOLO” (Golden), com e sem mancha fisiológica, colhidos em diferentes estádios de maturação**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes – RJ, 82p. 2004.

VIEGAS, P. R. A. **Características químicas e físicas do mamão (Carica papaya L.) cultivares “Sunrise solo” e “Formosa” relacionados ao ponto de colheita**. 1992. 82f Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade de Viçosa-UFV, Viçosa, 1992.

WILLS, R. B. H.; WIDJANARKO, S.B. **Changes in physiology, composition and sensory characteristics of Australian papaya during ripening.** Australian Journal of Experimental Agriculture. n. 35, p. 1173-1176, 1995.

YAMANISHI, O. K.; FAGUNDES, G. R.; FILHO, J. A. M.; FALCÃO, J. V.; MIRANDA, S. de P. **Comportamento da maturação de mamão 'Tainung 01' cultivado em Brasília-DF.** Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 27, n. 2, p. 314-316, 2005.

YEMN, E.W.; WILLIS, A. J. **The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone.** The Biochemical Journal, v. 57. p. 505-514, 1954.

