VILSON ALVES DE GÓIS

QUALIDADE PÓS-COLHEITA DO MAMÃO FORMOSA ‘TAINUNG 01’ EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO EM PRÉ-COLHEITA DE AMINOETOXIVINILGLICINA (AVG)

MOSSORÓ – RN
2009

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

VILSON ALVES DE GÓIS

QUALIDADE PÓS-COLHEITA DO MAMÃO FORMOSA 'TAINUNG 01' EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO EM PRÉ-COLHEITA DE AMINOETOXIVINILGLICINA (AVG)

Tese apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Fitotecnia, área de concentração em Agricultura Tropical.

ORIENTADOR:
D.Sc. EBENÉZER DE OLIVEIRA SILVA

MOSSORÓ – RN
2009

Ficha catalográfica preparada pelo setor de classificação e catalogação da Biblioteca "Orlando Teixeira" da UFERSA

G616g Góis, Vilson Alves de.

Qualidade pós-colheita do mamão Formosa 'Tainung01' em função da aplicação em pré-colheita de aminoetoxivinilglicina (AVG) / Vilson Alves de Góis. -- Mossoró, 2009.

104f.

Tese (Doutorado em Fitotecnia - Área de concentração Agricultura Tropical) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

Orientador: Prof. D.Sc. Ebenézer de Oliveira Silva.

1.*Carica sp.* 2.Qualidade pós-colheita. 3.AVG em pré-colheita. I.Título.

CDD: 634.651

Bibliotecária: Marilene Santos de Araújo
CRB/5 1013

VILSON ALVES DE GOIS

QUALIDADE PÓS-COLHEITA DO MAMÃO FORMOSA 'TAINUNG 01' EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO EM PRÉ-COLHEITA DE AMINOETOXIVINILGLICINA (AVG)

Tese apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Fitotecnia, área de concentração em Agricultura Tropical.

APROVADA EM: 18/12/2009

BANCA EXAMINADORA

Prof. D. Sc. Ebenézer de Oliveira Silva
Embrapa Agroindústria Tropical
(Orientador)

D. Sc. Josivan Barbosa Menezes Feitosa
Professor – UFERSA
(Conselheiro)

D. Sc. Glauber Henrique de Sousa Nunes
Professor – UFERSA
(Conselheiro)

D. Sc. Andréia Hansen Oster
Embrapa Agroindústria Tropical
(Examinadora)

D. Sc. Marlos Alves Bezerra
Embrapa Agroindústria Tropical
(Examinador)

À minha família, Elza, Veruska, Palmyra, Emanuela, Breno e Euriedna,
pelo INCOMENSURÁVEL incentivo, dedico...

... à minha mãe, Francisca Alves de Góis, *in memoriam*, ofereço.

AGRADECIMENTOS

Ao Banco do Nordeste do Brasil (BNB) pelo financiamento do AVG utilizado na pesquisa;

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA e ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia pela oportunidade da realização do curso;

Ao Engenheiro Agrônomo Wilson Galdino de Andrade, proprietário da WG Fruticultura, pela concessão do pomar e da câmara fria do seu packing-house, sem os quais este trabalho não poderia ser realizado;

À professora Edna Aroucha, pela mobilização de sua "equipe de trabalho" para ajudar nas análises executadas neste trabalho e pelo fornecimento de literatura para consulta;

Ao doutor Ebenézer de Oliveira Silva pela segura orientação e apoio na realização deste trabalho.

Ao professor Glauber Henrique, pela ajuda inestimável na análise estatística e confecção dos gráficos apresentados neste trabalho.

À Cristiane Ribeiro, laboratorista chefe do Laboratório de Pós-Colheita de Frutas da UFERSA, pela ajuda durante as análises de laboratório.

Ao professor Everardo Ferreira Praça, pela confecção das estruturas químicas que ilustram este trabalho.

Aos discentes Cleiniane Maria, Frederico e Vianney Reinaldo, pela ajuda nas análises de laboratório.

Ao laboratorista José Aldenor, que se revelou amigo certo das horas incertas, pela ajuda na colheita e transporte dos mamões utilizados neste experimento.

RESUMO

GÓIS, Vilson Alves de. **Qualidade pós-colheita do mamão Formosa ´Tainung 01` em função da aplicação em pré-colheita de aminoetoxivinilglicina (AVG).** 2009. 104f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2009.

A vida pós-colheita economicamente útil de um fruto climatérico está diretamente relacionada à sua manutenção na condição pré-climatérica; mas com a garantia de amadurecimento completo, visando o consumo normal do produto. O mamão é um fruto climatérico, com produção de etileno e atividade respiratória de alta a muito alta, o que lhe confere elevada perecibilidade (vida útil pós-colheita relativamente curta). No prolongamento da vida útil desse fruto, uma série de procedimentos é utilizada para controlar a ação e, ou, a biossíntese do etileno. Uma tecnologia relativamente recente é a aplicação em pré-colheita de substâncias inibidoras da biossíntese do etileno, como a aminoetoxivinilglicina (AVG). O objetivo do presente trabalho foi estudar o efeito da aplicação de AVG em pré-colheita sobre a qualidade pós-colheita do mamão Formosa 'Tainung 01'. O experimento foi conduzido em pomar comercial (área W35) da Empresa WG Fruticultura, localizada no município de Baraúna, RN, em delineamento de blocos completos ao acaso, sendo cada parcela formada por quatro plantas, no espaçamento de 2,0 metros entre plantas e 4,0 metros entre fileiras. A distribuição dos tratamentos seguiu o esquema de parcela subdividida. Os tratamentos utilizados foram pulverizações dos frutos de mamoeiro com doses de AVG de 0, 30, 60 e 120 $mg.L^{-1}$, aplicadas aos 15 e 25 dias antes da colheita. Os frutos foram analisados no dia da colheita e no vigésimo dia (depois de armazenados a 11ºC por 14 dias mais 6 dias de exposição ao ambiente, a 25ºC), para as seguintes variáveis: cor da casca (nota), clorofila total na casca ($mg.100^{-1}g$), carotenoides totais da polpa ($mg.100^{-1}g$), firmeza da polpa (N), sólidos solúveis (%), acidez titulável ($m.mol.H^{+}.L^{-1}$) e potencial hidrogeniônico (pH). Houve efeito estatisticamente significativo das doses de 60 e 120 $mg.L^{-1}$ de AVG para todas as características avaliadas, com exceção do pH. O tempo de aplicação só exerceu efeito significativo para sólidos solúveis, enquanto o período de avaliação apresentou efeito significativo para todos os parâmetros analisados com exceção de sólidos solúveis. As doses de 60 e 120 $mg.L^{-1}$ de AVG proporcionaram a obtenção de frutos mais verdes e com maior firmeza da polpa, logo na colheita, embora com menor teor de carotenóides e de sólidos solúveis. O efeito positivo das referidas doses persistiu após os períodos de armazenamento refrigerado (14 dias, 11ºC ± 1ºC) e ao ambiente (06 dias, 25ºC), com frutos mais firmes e com menor evolução de cor. Houve também evolução normal no acúmulo de carotenoides e aumento no teor de sólidos solúveis nos frutos tratados com as maiores doses de AVG. Conclui-se, então, que, a aplicação de AVG (60 e 120 mg L) em pré-colheita no mamão Formosa 'Tainung 01', possibilitaria a obtenção de frutos com maior resistência ao transporte e ao

manuseio pós-colheita e com qualidade satisfatória para atender às exigências tanto do mercado interno quanto do externo.

Palavras-chave: *Carica* sp. Qualidade pós-colheita. AVG em pré-colheita.

ABSTRACT

GÓIS, Vilson Alves de. **Postharvest quality of papaya 'Tainung 01' according to the pre-harvest application of aminoethoxyvynilglycine (AVG).** 2009. 104f. Thesis (Doctorate in Crop Production). Rural Federal University of Semi-Arid (UFERSA), Mossoró-RN, 2009.

The postharvest life of an economically useful climacteric fruit is directly related to their maintenance in the pre-climate, but with the guarantee of full maturation, targeting the consumer of the product. Papaya is a climacteric fruit with ethylene production and respiratory activity from high to very high, which gives high perishability (life postharvest relatively short). To extend the shelf life of fruit, a series of procedures is used to control the action, and / or the biosynthesis of ethylene. A relatively new technology is the application of pre-harvest of inhibitors of ethylene biosynthesis, such as aminoethoxyvinilglycine (AVG). The objective of this work was to study the effect of AVG on pre-harvest on postharvest quality of papaya 'Tainung 01'. The experiment was conducted in a commercial (area W35) WG Fruit Company, located in the city of Baraúna, RN, in a randomized complete block design, each plot consisting of four plants, spaced 2,0 meters between plants and 4,0 meters between rows. The distribution of treatments followed the split plot. The treatments were sprayed fruits of papaya with AVG doses of 0, 30, 60 and 120 $mg.L^{-1}$, applied at 15 and 25 days before harvest. The fruits were analyzed at harvest and on the twentieth day (after stored at 11 ° C for 14 days plus 6 days of exposure to the environment at 25 ° C) for the following variables: skin color (note), total chlorophyll in the peel ($mg.100g^{-1}$), total carotenoids pulp ($mg.100g^{-1}$), firmness (N), soluble solids (%), acidity ($m.mol.H^{+}.L^{-1}$) and hydrogen potential (pH). There was a statistically significant effect of doses of 60 and $120mg.L^{-1}$ of AVG for all traits, except for pH. The time of application had a significant effect only for soluble solids, while the trial period had a significant effect for all parameters except soluble solids. Doses of 60 and 120 $mg.L^{-1}$ AVG provided the production of greener and with greater pulp firmness fruits, at harvest, even though with less carotenoids and soluble solids. The positive effect of these doses persisted after periods of cold storage (14 days,11ºC ± 1ºC,) and environment (06 days, 25 ° C), with firmer fruits and less color development. There were also changes in the normal accumulation of carotenoids and an increase in soluble solids in fruits treated with higher doses of AVG. It follows, then, that the application of AVG (60 and 120 mgL^{-1}) in pre-harvest in papaya 'Tainung 01' would enable the production of fruits with the highest resistance to transport and post harvest handling and satisfactory quality to meet the requirements of both the internal and the external market.

Keywords: *Carica* sp. Postharvest quality. AVG preharvest.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Reação de formação do ácido-1-amino-ciclopropano-1-carboxílico (ACC) a partir da S-adenosil-metionina (SAM). (Adaptado de Adams e Yang, 1979 e Yang e Hoffman, 1984).....36

Figura 2 - Rota biossintética de formação do etileno a partir da metionina e o local de inibição pela aminoetoxivinilglicina (AVG). Adaptado de Yang e Hoffman (1984).....37

Figura 3 - Escala de cor usada para caracterizar estádios de maturação dos frutos de mamoeiro para exportação.....43

Figura 4 - Coloração da casca de frutos de mamão Formosa 'Tainung 01' em função de doses de AVG aplicadas aos 15 (AVG-15) e 25 (AVG-25) dias antes da colheita. Mossoró-RN, 2009.....51

Figura 5 – Frutos de mamoeiro Formosa 'Tainung 01' fotografados logo após a colheita, tratados com as doses de 0 (T_1), 60 (T_5) e120 (T_7) $mg.L^{-1}$ de AVG aplicadas 15 dias antes da colheita.....52

Figura 6 – Frutos de mamoeiro Formosa 'Tainung 01' fotografados logo após a colheita, tratados com as doses de 0 (T_2), 60 (T_6) e 120 (T_8) $mg.L^{-1}$ de AVG aplicadas 25 dias antes da colheita.....53

Figura 7 - Coloração da casca de frutos de mamão Formosa 'Tainung 01' em função de doses de AVG avaliada no momento da colheita (A-0) e após vinte dias de armazenamento (14 dias de a 11ºC ± 1ºC e umidade relativa 92% ± 2% e seis dias em temperatura ambiente), a 25ºC (A-20). Mossoró-RN, 2009.....55

Figura 8 – Frutos de mamoeiro Formosa 'Tainung 01' fotografados após 14 dias em refrigeração a 11ºC mais 06 dias à temperatura ambiente de 25ºC, tratados com as doses de 0 (T_1), 60 (T_5) e 120 $mg.L^{-1}$ (T_7) de AVG aplicadas 15 dias antes da colheita.....55

Figura 9 – Frutos de mamoeiro Formosa 'Tainung 01', fotografados após 14 dias em refrigeração a 11ºC mais 6 dias à temperatura ambiente de 25ºC, tratados com as doses de 0 (T_2), 60 (T_6) e120 $mg.L^{-1}$ (T_8) de AVG aplicadas 25 dias antes da colheita.....57

Figura 10 - Coloração da casca em frutos de mamão Formosa 'Tainung 01' submetidos à aplicação de AVG aos 15 (T-15) e 25 (T-25) dias antes da colheita e

avaliada no momento da colheita (A-0) e após vinte dias (14 dias a 11ºC ± 1ºC e umidade relativa 92% ± 2% e seis dias em temperatura ambiente (A-20), a (25ºC). Mossoró-RN, 2009.....59

Figura 11-Clorofila total da casca de frutos de mamão Formosa 'Tainung 01' em função de doses de AVG aplicadas aos 15 (AVG-15) e 25 (AVG-25) dias antes da colheita. Mossoró-RN, 2009.....60

Figura 12-Clorofila total da casca de frutos de mamão Formosa 'Tainung 01' em função de doses de AVG avaliada no momento da colheita (A-0) e após vinte dias (14 dias a 11ºC ± 1ºC e umidade relativa 92% ± 2% e seis dias em temperatura ambiente (A-20), a 25ºC. Mossoró-RN, 2009.....61

Figura 13 - Carotenoides totais da polpa de frutos de mamão Formosa 'Tainung 01' em função de doses de AVG aplicadas aos 15 (AVG-15) e 25 (AVG-25) dias antes da colheita. Mossoró-RN, 2009.....62

Figura 14 - Carotenoides totais da polpa de frutos de mamão Formosa 'Tainung 01' em função de doses de AVG avaliada no momento da colheita (A-0) e após vinte dias (14 dias a 11ºC ± 1ºC e umidade relativa 92% ± 2% + seis dias em temperatura ambiente a 25ºC (A-20). Mossoró-RN, 2009.....66

Figura 15 - Firmeza de polpa de frutos de mamão Formosa 'Tainung 01' em função de doses de AVG aplicadas aos 15 (AVG-15) e 25 (AVG-25) dias antes da colheita. Mossoró-RN, 2009.....68

Figura 16 - Firmeza de polpa de frutos de mamão Formosa 'Tainung 01' em função de doses de AVG avaliada no momento da colheita (A-0) e após vinte dias (14 dias a 11º C + 06 dias a 25ºC (A-20). Mossoró-RN, 2009.....70

Figura 17 - Sólidos solúveis de frutos de mamão Formosa 'Tainung 01' em função de doses de AVG aplicadas aos 15 (AVG-15) e 25 (AVG-25) dias antes da colheita. Mossoró-RN, 2009.....72

Figura 18 - Sólidos solúveis de mamões Formosa 'Tainung 01' submetidos à aplicação de AVG aos 15 (T-15) e 25 (T-25) dias antes da colheita e avaliada no momento da colheita (A-0) e após vinte dias (14 dias a 11ºC + 06 dias a 25ºC (A-20). Mossoró-RN, 2009.....75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo da análise de variância de cinco características avaliadas em mamão Formosa 'Tainung01' submetidos a diferentes doses de AVG em dois tempos de aplicação pré-colheita e analisados no momento da colheita e após 14 dias de refrigeração e seis dias em temperatura ambiente (25ºC). Mossoró-RN, 2009.....49

Tabela 2 - Médias de cinco características avaliadas em frutos de mamão Formosa 'Tainung 01' submetidos a diferentes doses de AVG em dois tempos de aplicação pré-colheita e analisados no momento da colheita e após 14 dias de refrigeração e seis dias em temperatura ambiente (25ºC). Mossoró-RN, 2009. 50

Tabela 3 - Médias de acidez titulável (mmol $H_3 O^+.L^{-1}$) de frutos de mamão Formosa 'Tainung 01' submetidos a diferentes doses de AVG, em dois tempos de aplicação e analisados no momento da colheita e após vinte dias (14 dias a 11° C + 06 dias a 25° C).....77

Tabela 4 - Médias de potencial hidrogeniônico (pH) de frutos de mamão Formosa 'Tainung 01' submetidos a diferentes doses de AVG, em dois tempos de aplicação e analisados no momento da colheita e após vinte dias (14 dias a 11° C + 06 dias a 25°C).....79

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 15

2 REFERENCIAL TEÓRICO 20

2.1 FISIOLOGIA PÓS-COLHEITA DO MAMÃO 20

2.2 CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE PÓS-COLHEITA DO MAMÃO .. 22

2.2.1 Clorofila e cor da Casca 22

2.2.2 Carotenóides 23

2.2.3 Acidez titulável e pH 25

2.2.4 Firmeza de polpa 27

2.2.5 Sólidos solúveis (SS) e açúcares 29

2.3 ETILENO 31

2.4 AMINOETOXIVINILGLICINA (AVG) 35

3 MATERIAL E MÉTODOS 40

3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO 40

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL 40

3.3 FORMA DE APLICAÇÃO DA AMINOETOXIVINILGLICINA 41

3.4 COLHEITA, TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO DOS FRUTOS 41

3.5 ANÁLISES FÍSICAS E FÍSICO-QUÍMICAS REALIZADAS 42

3.5.1 Análises físicas 42

3.5.1.1 Coloração da casca 42

3.5.1.2 Firmeza de polpa 43

3.5.2 Análises físico-químicas 44

3.5.2.1 Preparo das amostras para as determinações físico-químicas 44

3.5.2.2 Clorofila total da casca 45

3.5.2.3 Carotenóides totais na polpa 45

3.5.2.4 Sólidos solúveis (SS) 46

3.5.2.5 Acidez titulável (AT) 46

3.5.2.6 Potencial hidrogeniônico (pH) 47

3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA 47

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 48

4.1 COR DA CASCA 50

4.2 CLOROFILA TOTAL DA CASCA 60

4.3 CAROTENOIDES TOTAIS DE POLPA 63

4.4 FIRMEZA DE POLPA 67

4.5 SÓLIDOS SOLÚVEIS 72

4.6 ACIDEZ TITULÁVEL (AT) 76

4.7 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH) 78

5 CONCLUSÕES 80

REFERÊNCIAS 81

1 INTRODUÇÃO

O mamoeiro pertence à família Caricaceae, dividida em quatro gêneros que agrupam trinta espécies, das quais, a *Carica papaya* L. se destaca comercialmente. É uma fruteira intensamente cultivada no mundo, numa faixa que se estende a 32º de latitude norte e sul. Exige clima quente, como o do Brasil, e tem uma característica muito importante**:** é uma das poucas plantas frutíferas que produzem rapidamente e o ano todo (MENDONÇA, 2009).

A origem do mamoeiro não é definida com precisão, mas a maioria dos pesquisadores considera o seu cultivo originário da América do Sul, América Central ou do Sul do México, tendo daí se propagado por praticamente todas as regiões do mundo (MOURA; RESENDE, 1986).

Na última década, o cultivo mundial de mamão registrou acréscimo, tanto na produção, quanto na área colhida (BENASSI, 2009). Em 2008, a produção foi de 6.810.727 megagrama (Mg), em uma área colhida de 389.467 hectares (ha), representando um incremento de 49,5% na produção e cerca de 43,6% na área colhida, ainda em relação à última década (BENASSI, 2009).

Segundo a Secretaria do Comércio Exterior (SECEX, 2008), o Brasil é o maior produtor mundial de mamão, sendo que, de toda a produção, participa com 24,0%. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2009a), a produção de 2006 representou um recorde nacional, com 1.897.639 Mg, um incremento de 20,6% em relação a 2005. A área colhida foi 36.650 ha, com um rendimento médio de 51.777 $kg.ha^{-1}$ (IBGE, 2009a). A produtividade média nacional em 2006 foi de 45 $Mg.ha^{-1}$ (IBGE, 2009b).

No quesito exportação, o Brasil é o terceiro maior exportador de mamão (SECEX, 2009). Em 2007, segundo a SECEX, foram exportadas 32,3 mil Mg de mamão, no valor de US$ 34,4 milhões, ao preço de US$ 1.066, valores recordes desde 1999, tendo como principais mercados a Holanda (28%), Estados Unidos (14%) e Portugal (13%). Em 2006, os principais polos brasileiros de produção de mamão dos grupos Formosa e Havaí se localizavam nos Estados da Bahia e

Espírito Santo, sendo estes responsáveis por 88% da produção nacional (IBGE, 2009b).

Segundo a Secretaria do Comércio Exterior, no Rio Grande do Norte, a área plantada com mamão em 2008 foi de 1.980 hectares, sendo que a expectativa para 2009 é de aumento de 11%, chegando a 2.200 ha (SECEX, 2009). Em 2006, o RN exportou 4.007 Mg de mamão, o que representa 11.52% das exportações brasileiras (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2007). Em julho de 2008 as exportações de mamão do RN acumularam 3.145 Mg, proporcionando uma receita de US$ 2.385.053,00 (SECEX, 2009).

As cultivares mais exploradas no Brasil são as do grupo Solo (‘Sunrise’ Solo e ‘Improved’ ‘Sunrise’ Solo cv72/12) e as do grupo Formosa (‘Tainung 01’ e ‘Tainung 02’) (MENDONÇA, 2009).

O consumo de mamão pelos brasileiros vem aumentando, chegando a ser a terceira fruta mais consumida, porém, o consumo per capita alcança apenas de 2,0 kg/ ano. O mamão papaya é mais consumido pela população de maior poder aquisitivo sendo destinado aos mercados interno e externo, enquanto o Formosa é consumido quase que exclusivamente pelo mercado interno (RAGONHA, 2009), sendo que, nos últimos anos vem apresentando crescente tendência para exportação.

O mamão é um fruto climatérico com alta produção de etileno e taxa respiratória de moderada (10-20 $mLCO_2kg^{-1}hr^{-1}$) a alta (20-40 $mLCO_2kg^{-1}hr^{-1}$), o que lhe confere elevada perecibilidade e uma vida pós-colheita relativamente curta;, completando o seu amadurecimento em poucos dias sob condições ambientais (PAULL; CHEN, 1983; JACOMINO et al., 2002a). No entanto, vários fatores de pré e pós-colheita, como patógenos ou fatores abióticos podem reduzir ainda mais sua vida pós-colheita. Para o mercado externo, que exige produtos com um maior padrão de qualidade, varias práticas pós-colheita são empregadas, sobretudo quando o transporte marítimo é empregado. Esse conjunto de práticas pós-colheita visa manter a qualidade do fruto, tanto pela redução de sua atividade metabólica como pela inibição do desenvolvimento de patógenos.

Para um grande número de produtos hortícolas, a capacidade de manipular o amadurecimento e a senescência é um dos fatores críticos para a conservação da qualidade e a garantia da vida útil compatível com as necessidades de tempo para transporte, distribuição, comercialização e consumo (FILGUEIRAS, 2007). A atividade metabólica, e consequentemente, o amadurecimento e a senescência está diretamente relacionada com a temperatura de armazenamento, presença de etileno, concentração de O_2 e CO_2 no ambiente de armazenamento, além da maturidade fisiológica por ocasião da colheita. A aceleração da respiração potencializa todo o processo metabólico, e, consequentemente, estimula a síntese e a atividade de enzimas oxidativas e hidrolíticas que causam a perda de firmeza da polpa, a degradação da clorofila, o consumo de açúcares e ácidos orgânicos, brotamento e aumentam a sensibilidade ao ataque de patógenos e distúrbios fisiológicos e levam à senescência do tecido (LIEBERMAN, 1979; LELIEVRE, 1997, BRADY, 1987; SALTVEIT, 1997, 1999).

A tecnologia pós-colheita utiliza uma série de procedimentos para retardar o amadurecimento e a senescência de frutas e hortaliças: armazenamento refrigerado, atmosferas modificadas e controladas, removedores de etileno, inibidores da ação do etileno, como o 1-metil-ciclopropeno,1-MCP (BRACKMAN, 2007). Outra tecnologia relativamente recente é o uso de inibidores da biossíntese do etileno. Pode-se conseguir um atraso no processo de maturação por meio do controle da síntese de etileno com substâncias inibidoras de enzimas dependentes de piridoxal fosfato, tal como a aminoetoxivinilglicina (AVG) (LIEBERMAN et al., 1975; BOLLER et al.,1979; REID, 1992). Esse aminoácido é um dos principais compostos inibidores da biossíntese do etileno, utilizado em pré-colheita para controle da maturação dos frutos. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), sua aplicação em pulverizações pré-colheita evita a formação autocatalítica de etileno, a respiração climatérica, o amaciamento dos tecidos e retarda outros eventos relacionados ao amadurecimento, porém, sua eficiência diminui com o avanço da maturação, ou seja, quando o fruto já saiu do estágio pré-climatérico (BRAMLAGE et al., 1980). Para Boller et al. (1979), Yu et al. (1979) e Ju e Curry (2000), a aminoetoxivinilglicina (AVG) é um forte inibidor da atividade da enzima

ácido-1-aminociclopropano-1-carboxílico sintase (ACC sintase), enzima chave na biossíntese do etileno.

A AVG vem sendo aplicada em pulverizações pré-colheita em maçãs, pêssegos, nectarinas, ameixas e citrus. Vários trabalhos têm demonstrado que a aminoetoxivinilglicina retarda a maturação, melhora a manutenção da qualidade durante o armazenamento, reduz a perda de firmeza da polpa e possibilita adiar o início da colheita (WILLIAMS, 1980; BRACKMAN; WACLAWOSKI, 2000 e 2001; WACLAWOSKI, 2001; WACLAWOSKI; BRACKMAN, 2001; WANG; DILLEY, 2001; AUTIO; BRAMLAGE, 1982; CHILD et al., 1984; MIR et al., 1999; STEFFENS et al., 2005, 2006; AMARANTE et al., 2002).

A pesquisa bibliográfica deixou patente que o uso de AVG em pré-colheita é feito predominantemente em frutas de origem de clima temperado. Uma vez que a fisiologia pós-colheita de frutas climatéricas é comum tanto para as de clima temperado quanto para as de clima tropical, acreditava-se que a aplicação de AVG em mamão, uma fruta climatérica e tropical, poderia proporcionar frutos mais firmes por ocasião da colheita e após o armazenamento refrigerado. Essa expectativa estava respaldada nos postulados de Pantastico et al. (1975), segundo os quais o caráter indispensável do etileno para o amadurecimento de frutas tropicais pode ser evidenciado pelas seguintes razões: a) o amadurecimento não se inicia na ausência de etileno; b) o etileno é necessário para completar vários eventos relacionados ao amadurecimento; c) obtêm-se respostas imediatas no amadurecimento com a aplicação exógena de etileno; d) a produção de etileno é iniciada imediatamente antes da ascensão climatérica; e) a concentração interna de etileno antes da ascensão climatérica é fisiologicamente ativa.

A hipótese deste trabalho foi que a aplicação de AVG em pré-colheita em mamão do grupo Formosa, por reduzir a biossíntese do etileno, fosse capaz de proporcionar frutos mais firmes na colheita e que o efeito positivo da AVG persistisse, após a colheita, com ampliação da vida útil. Esperava-se também o amadurecimento normal dos frutos tratados, sem prejuízo na sua qualidade organoléptica.

O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito da aplicação de diferentes doses de aminoetoxivinilglicina (AVG) aplicadas em pré-colheita sobre a qualidade do mamão Formosa 'Tainung 01', logo após a colheita e depois de armazenamento refrigerado a 11°C durante 14 dias + 6 dias de exposição ao ambiente, a 25°C.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 FISIOLOGIA PÓS-COLHEITA DO MAMÃO

O conhecimento da fisiologia pós-colheita de frutos climatéricos como o mamão, se faz necessário para se estabelecer uma colheita racional, controlar os processos que levam à maturação, e consequentemente, aumento da vida útil de pós-colheita compatível com a necessidade de tempo para o transporte, armazenamento adequado e comercialização (PADUA, 1986; KADER, 2000).

Classicamente, os frutos são agrupados de acordo com suas respostas hormonais e genéticas. Todos os frutos que amadurecem em resposta ao etileno exibem, antes da fase de amadurecimento, um aumento abrupto de todos os eventos relacionados ao amadurecimento, que é denominado climatério. Este pode ser definido como um período da ontogenia de certos frutos, durante o qual uma série de mudanças bioquímicas é iniciada por produção autocatalítica de etileno, marcando a transição entre o desenvolvimento e a senescência, envolvendo aumento na taxa de respiração, aumento da síntese de ácido ribonucléico, síntese de proteínas, bem como modificações na permeabilidade das membranas celulares. (RHODES, 1980; ABELES et al., 1992; ALEXANDER; GRIERSON, 2002).

O etileno é o principal hormônio ao qual, dependendo do estádio de maturação, os frutos climatéricos respondem. Ele é produzido ainda no fruto verde e tem sua síntese aumentada durante o amadurecimento por uma reação autocatalítica que leva ao aumento das taxas respiratórias.

O mamão é um fruto tipicamente climatérico, cujas características são de aumento da taxa de respiração, produção autocatalítica de etileno e alterações organolépticas durante o seu amadurecimento, tais como cor, sabor, amolecimento da polpa e produção de compostos voláteis aromáticos (BALBINO, 2003; PEREIRA et al., 2006). Após a colheita, há um aumento na liberação de CO_2 e uma taxa maior de consumo de O_2. O aumento da taxa respiratória é precedido pela

liberação de etileno pelo fruto (AKAMINE E GOO, 1979; SELVARAJ et al, 1982; SIMÃO, 1998). A ação do etileno modula o amadurecimento de frutos, coordenando a expressão gênica de vários processos, como aumento da taxa respiratória, degradação de clorofila, síntese de carotenóides, conversão de amido a açúcares mais simples e aumento da atividade de enzimas hidrolisantes de parede celular (BRADY, 1987; ABELES et al., 1992; GRAY et al., 1992; KADER, 1997; SALTIVEIT, 1999; ALEXANDER; GRIERSON, 2002).

Akamine e Goo (1979) observaram que o início do aumento da produção de etileno precedia de um a dois dias o início do aumento da taxa de respiração em frutos de mamoeiro. Essa taxa que antes da ascensão climatérica era não detectável, alcançava níveis de 0,5 a 1,5 $\mu L.kg^{-1}.h^{-1}$ no pico climatérico, para depois decrescer na fase pós-climatérica**.**

A passagem da cor verde para amarela se deve à destruição da clorofila nos tecidos da casca e à síntese de carotenóides (CHEN, 1963; SIMÃO, 1998; ALI; LAZAN, 1998). Durante este período, a taxa de respiração do fruto aumenta rapidamente, atingindo o máximo na plena maturação. Após este período, há uma perda de peso, a polpa torna-se mais escura e macia e o látex é destruído. Os compostos pécticos da parede celular e da lamela média, bem como a hemicelulose, são transformados em compostos solúveis pela ação das enzimas pectinametilesterase (PME), endo e exo poligalaturonase (PG), β-galactosidases, arabinases e xilanases presentes na polpa do fruto (BICALHO et al., 2000; GIOVANNONI, 2001; ALI et al., 2004a; CROOKES; GRIERSON, 1983; ABU-GOUKH; BASHIR, 2003; OWINO et al., 2004).

A vida de pós-colheita economicamente útil de frutos climatéricos, como o mamão, está diretamente relacionada à sua manutenção na condição pré-climatérica. Dentre os fatores que contribuem para que a taxa de ascensão respiratória seja mais ou menos rápida, destacam-se a temperatura de armazenamento, produção de etileno pelo fruto, uso de substâncias inibidoras da biossíntese ou da ação do etileno e da composição da atmosfera na qual o fruto é conservado (BLEINROTH; SIGRIST, 1989; BRADY, 1987; CHITARRA; CHITARRA, 2005). Essa taxa pode ser reduzida, utilizando-se diversas tecnologias

pós-colheita que levem à redução da atividade metabólica do fruto: armazenamento refrigerado, atmosferas modificadas e controladas, inibidores da ação do etileno, removedores do etileno e ainda uso de inibidores da biossíntese de etileno aplicados em pré-colheita (AUTIO; BRAMLAGE, 1980; YANG; HOFFMAN, 1984; CHITARRA; CHITARRA, 2005; FILGUEIRAS, 2007).

2.2 CARACTERISTICAS DE QUALIDADE PÓS-COLHEITA DO MAMÃO

2.2.1 Clorofila e Cor da Casca

A cor verde dos frutos se deve à presença das clorofilas α e β, que são anéis de porfirina responsáveis pelas transformações da luz em energia bioquímica. Durante a senescência, ocorre a quebra destes anéis devido principalmente às mudanças de pH apoplástico e à ação da clorofilase (EC 3. 1. 1. 14) e outras enzimas, sendo a perda de sua fluorescência indicador do estádio de maturação (AWAD, 1993).

A mudança da cor da casca deve-se à degradação da clorofila e à síntese e/ou revelação dos carotenóides (CHEN, 1963; ALI; LAZAN, 1998). A hidrólise da clorofila em clorofilida e fitol, realizada pela enzima clorofilase é considerada a primeira etapa no catabolismo deste pigmento. A segunda etapa é a troca do átomo de Mg por dois átomos de H no centro do anel porfirínico, mediada pela enzima Mg-dequelatase, produzindo o composto feoforbídeo (verde acastanhado), que na sequência, é oxidado a produtos incolores pela enzima feoforbídeo oxidase (MATILE et al., 1999).

O aumento da atividade das clorofilases acontece no início da ascensão climatérica, atingindo a máxima atividade no pico climatérico (LOONEY; PATTERSON, 1967).

O amadurecimento do mamão tem como característica a mudança gradual e desuniforme na cor da casca de verde para amarela, formando inicialmente estrias amarelas que partem da região estilar para a inserção peduncular do fruto (CHEN, 1963; OLIVEIRA et al., 2002). Na polpa, o desenvolvimento da cor amarela começa na placenta e se espalha em direção à epiderme (CHEN, 1963).

O desenvolvimento da cor da casca, na fase de pós-colheita, é um dos primeiros sinais visíveis que indicam o início do amadurecimento do fruto. Esse desenvolvimento relaciona-se a outras mudanças químicas e fisiológicas, características do processo de amadurecimento, que ocorrem no período climatérico e antecedem à senescência.

A cor da casca é comumente utilizada como critério para avaliação do estádio de maturação, principalmente nos ambientes comerciais devido à necessidade da rápida avaliação (OLIVEIRA et al., 2002). No Brasil (BRASIL, 2006) a portaria nº 348/2006 do Ministério da Agricultura classificou o mamão papaya tipo exportação com relação ao seu estádio de maturação em seis categorias: Estágio 0 – (verde) Fruto crescido desenvolvido, com casca 100% verde, Estágio 1 – (Amadurecimento) a cor amarela não cobre mais de 15% da superfície da casca; Estágio 2 – (1/4 madura) Fruto com até 25% da superfície da casca madura; Estágio 3 - Fruto com 26 - 50% da casca amarela; Estágio 4 – (3/4 madura) Fruto com 51-75% da superfície amarela; Estágio 5 – (madura) Fruto com 76-100% da superfície da casca amarela.

2.2.2 Carotenóides

Os carotenóides são compostos terpenoides formados por oito unidades de isopreno, divididos em dois grupos: os carotenos e seus derivados oxigenados: as xantofilas. Localizam-se nos cromoplastos e também nos cloroplastos, associados com a clorofila. Todos os carotenoides são derivados do isopentenil difosfato (IPP), biossintetizados por uma rota alternativa: 1- deoxi-D-xilose-5'- fosfato

(DOXP), ao invés da rota do ácido mevalônico, como foi imaginado durante muitos anos. Embora ambas as rotas produzam IPP, a rota do ácido mevalônico é responsável pela formação de esteróis sesquiterpenoides, e triterpenoides no citosol, enquanto a rota DOXP leva à formação de isoprenoides plastidícos, tais como carotenoides fitol, plastoquinona e diterpenos (LICHTENTHALER, 1999).

A coloração dos carotenoides varia do vermelho ao laranja, amarelo ou marrom. A cor se intensifica com o aumento do número de duplas ligações conjugadas na molécula e com a ciclização nos terminais da molécula (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Com a degradação da clorofila, os carotenoides previamente presentes nos tecidos tornam-se visíveis ou podem ser sintetizados com o avanço da maturação (ALI; LAZAN, 1998; AGUSTI, 2000; CHITARRA; CHITARRA, 2005 Os principais pigmentos carotenoides identificados em mamões são pertencentes a três classes, que são: xantofilas, carotenoides hidrocarbonados e ésteres de caroteno com ácidos graxos, sendo o licopeno detectado como o pigmento mais abundante (CANO et al., 1996).

Segundo Yamamoto (1964) o teor de carotenoides no mamão difere em função da coloração da polpa: em frutos de polpa avermelhada, o teor de licopeno chega a ser de 63,5% dos carotenoides totais, enquanto frutos de polpa amarela praticamente não contêm este pigmento, porém apresentam quantidades apreciáveis de β-caroteno, γ-caroteno e criptoxantina. Condições de cultivo, estádio de maturação, variedades ou cultivares, locais geográficos e estações do ano são variáveis capazes de proporcionar variações nos teores de carotenoides em frutos de mamoeiro (SETIAWAN, 2001). Cada 100g de polpa de mamão contém 276 μg de β-caroteno, 50 μg de α-caroteno, 607 μg de criptoxantina, 1904 μg de licopeno e 75 μg de luteína + zeaxantina (USDA, 2004).

À medida que os frutos amadurecem, a biodegradação dos carotenoides pode resultar na formação de alguns compostos voláteis que contribuem para o aroma e o sabor típico de cada cultivar (BIALE, 1960).

2.2.3 Acidez titulável e pH

A acidez titulável de uma fruta é o somatório dos ácidos orgânicos que se encontram dissolvidos nos vacúolos das células, tanto na forma livre, como combinada com seus sais e ésteres. São compostos com um a três grupos carboxílicos (COOH) responsáveis pelas propriedades ácidas e que liberam H_3O^+. Estes compostos são sintetizados a partir de açúcares, por meio de oxidações ou carboxilações de outros ácidos orgânicos na via respiratória do Ciclo de Krebs (KAYS, 1991). Durante a maturação, ocorre um decréscimo acentuado no teor de ácidos orgânicos na maioria dos frutos, uma vez que são utilizados como substrato no processo respiratório, convertidos a açúcares ou utilizados para a síntese de proteínas (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O ácido málico é um dos principais ácidos orgânicos presentes no mamão e sua utilização como substrato respiratório, pode ser catalisada pela enzima málica, muito abundante em tecidos vegetais. Especialmente em frutas, a enzima málica citosólica NADPH dependente (EC 1 .1 .1 .40) e a enzima málica mitocondrial (EC 1 .1 .1 .39) NAD dependente catalisam a descarboxilação redutiva do ácido málico, convertendo-o a ácido pirúvico. Dessa forma, o malato funciona como fonte de carbono para o ciclo de KREBS, sem nenhuma participação da glicólise, para produzir piruvato (GOODENOUG et al., 1985). O conteúdo de ácido málico tende a decrescer na medida em que o mamão amadurece (CHEN, 1963; CHAN JR et al., 1979). Outros ácidos orgânicos como o cítrico e o succínico podem ser introduzidos diretamente no ciclo de KREBS e serem oxidados. Em alguns frutos, no entanto, pode haver um aumento da acidez durante o amadurecimento, como na banana, na qual há um aumento marcante na concentração do ácido málico.

Comparada com outros frutos, a acidez total do mamão é considerada baixa, geralmente apresentando valores inferiores a 0,2% em acido cítrico (CHAN JR. et al., 1979; SELVARAJ et al., 1982). Segundo estes autores, no mamão predominam os ácidos cítrico e málico, em quantidade iguais, seguidos do ácido-

cetoglutárico, em quantidade bem menor, os quais, somados ao ácido ascórbico, contribuem com 85% do total de ácidos no mamão.

Os valores sobre variação da acidez titulável durante o amadurecimento do mamão encontrados em diferentes trabalhos de pesquisa são contraditórios. Chan Jr et al. (1971) e Selvaraj et al. (1982) verificaram a diminuição na acidez titulável do mamão durante o amadurecimento. Esse decréscimo na acidez também foi constatado por Mosca (1992), Balbino (1997), Lopes (1997), Bicalho (1998), Willis e Widjarnarko (1995). Por outro lado, vários autores reportam aumento da acidez titulável durante o amadurecimento do mamão (Paull, 1993; Reis Silva e Medina, 1997; Draetta et al, 1975). Tudo leva a crer que a discrepância de resultados pode ser explicada em função do estádio de amadurecimento em que a acidez é determinada.

Segundo Thomas e Beyeres (1979) e Salvaraj et al. (1982), ligeiros aumentos de acidez tituláveis em mamão podem ser devido ao acúmulo de unidades de ácido galacturônico provenientes da enzima poligalacturonase (EC 3. 2. 1. 67) sobre as pectinas da parede celular, pois conforme Paull e Chen (1983) o pico da atividade da poligalacturonase ocorre quando o mamão apresenta mais de 60% da superfície da casca com cor amarela. Fonseca (2002) trabalhando com mamão "Sunrise Solo" armazenado em refrigeração e atmosfera modificada encontrou resultados que combinam com esta argumentação: um valor mínimo de acidez titulável (0,11%) no estádio 5 de amadurecimento e um valor máximo (0,15%) no estádio 7, associado ao maior valor de sólidos solúveis (13,27%).

Souza (2004) encontrou valores de ácido cítrico variando de 0,16 a 0,18% nos frutos do híbrido 'Tainung 01' e de 0,17 a 0,19% na cv. 'Golden'. De acordo com Oliveira (1999) a porcentagem de acidez diminui durante o período pós-colheita, com valores finais de 0,063 a 0,053% após sete dias de colhidos para a cultivar 'Improved Sunrise Solo' Line 72/12 e no hibrido 'Tainung 01/78', respectivamente. Em trabalho recente, Queiroz (2009) trabalhando com mamão Formosa constatou que a acidez titulável praticamente se manteve constante no período de 30 dias aos 150 dias após a frutificação efetiva, com valores entre 0,09 e 0,15%.

O pH ou potencial hidrogeniônico, definido como o logarítimo decimal do inverso da concentração molar de íons de H_3O^+ em solução ($pH= \log 1/[H_3O^+]$), representa uma medida indireta e inversa do grau de acidez de frutas e hortaliças. Quanto maior a acidez, menor é o valor de pH.

Os ácidos orgânicos presentes nos tecidos vegetais estão sempre associados aos seus sais de sódio e potássio, constituindo sistemas tampões que dificultam a variação de pH. A capacidade tampão de alguns sucos permite que mesmo havendo grandes variações na acidez titulável, não haja variações apreciáveis de pH. (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Comparado aos outros frutos tropicais, o mamão tem um pH relativamente alto, refletindo sua baixa acidez titulável. Oliveira Junior (2002), ao trabalhar com mamão' Golden' armazenado em temperatura ambiente, verificou uma variação de pH de 5,80 a 6,20 no período de 0 a 12 dias de armazenamento em temperatura ambiente, enquanto Wills; Widjanarko (1995) reportaram oscilação de 5,13 a 5,42 do estádio verde para o estádio 100% maduro.

2.2.4 Firmeza de Polpa

A textura pode ser definida como o conjunto de propriedades do alimento, compostas por características físicas perceptíveis pelo tato e que se relacionam com a deformação, desintegração e fluxo do alimento, sob a aplicação de uma força (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O processo de amolecimento é uma etapa natural do amadurecimento de quase todos os frutos. Tem importância comercial porque a vida pós-colheita economicamente útil do fruto pode ser extremamente reduzida pelo amolecimento, que se traduz em menor resistência a danos físicos no transporte e manuseio e uma maior suscetibilidade a fitopatógenos (SALTVEIT, 1997; LELIEVRE et al., 1997; BRADY, 1987; BENNETT, 2000). As mudanças na firmeza que ocorrem durante o período de pós-colheita, são consequências das modificações dos polissacarídeos

das paredes celulares, principalmente na pectina e na hemicelulose. A pectina, durante o amadurecimento, sofre solubilização, desmetoxilação e despolimerização, assim como a celulose e a hemicelulose, são suscetíveis à hidrólise química e/ou enzimática, com subsequente produção de oligossacarídeos de diferentes tamanhos e composição (FRY, 1992; MALIS-ARAD et al., 1983; PAULL et al., 1999; MANRIQUE; LAJOLO, 2002; ALI et al., 2004b; YASHODA et al., 2005).

Embora a perda de turgescência, degradação do amido e a subsequente diminuição do seu conteúdo possam contribuir com a mudança de textura dos frutos, está claro que as maiores modificações envolvendo os componentes polissacarídeos resultam da ação das enzimas hidrolíticas que aceleram a separação e diferenciação das estruturas da parede celular primária e da lamela média (ALI et al, 2004a).

A diminuição da firmeza da polpa de frutas climatéricas, como o mamão, é atribuída à atividade das enzimas pectinases, incluindo aquelas que catalisam a quebra hidrolitica dos ácidos poligalacturônicos (endo-poligalacturonase; EC 3.2.1.15 e/ ou exo; PG; EC 3.2.1.67) em cadeias de polímeros de ácido galacturônico; a pectinametilesterase (PME; EC 3.1.1.11), que remove os resíduos esterificados dos ácidos galaturônicos, e ainda a pectatoliase (PL; EC. 4.2.2.2) que atua sobre os ácidos pecticos aleatoriamente, por meio de reações de β-eliminação (ABU-SARRA; ABU-GOUKH, 1992; JAYANI et al., 2005; BAUMANN et al., 2007). A atividade da PG aumenta durante o amadurecimento, sendo mais pronunciada nas porções internas do pericarpo. No mamão, durante o amadurecimento, pode ocorrer uma redução de 20 a 30 vezes na firmeza da polpa (JACOMINO et al., 2002a).

Em mamões, a atividade da PME aumenta com o amadurecimento, sincronizada com a elevação da atividade da PG e redução da firmeza de polpa (LOURENÇO; CATUTANI, 1984; LAZAN et al., 1995). Conforme Manrique e Lajolo (2004), a PME participa do processo de amolecimento dos frutos, desesterificando os polímeros de ácido galacturônico, enquanto a PG catalisa a hidrólise das ligações β-1,4 entre os resíduos de ácido galacturônico no interior das

cadeias de pectina. À medida que o fruto amadurece, as pectinas de parede celular tornam-se cada vez mais hidratadas e parcialmente hidrolisadas, reduzindo a coesão do gel péctico, facilitando a separação de uma molécula da outra, modificando completamente a textura final do fruto maduro (CROOKES; GRIERSON, 1983).

Além das enzimas pectinolíticas, outras enzimas recém-catalogadas também contribuem para o processo de amadurecimento dos frutos, tais como as XET, que atuam exclusivamente sob as ligações β-(1→4) da hemicelulose, e a β-galactosidade (CE 3.2.1.23), que em uma variedade de frutos foi reportada por possuir atividade de β-galactanase, funcionando possivelmente como uma exo-glucanase (LAZAN et al., 2004; BAUMANN et al., 2007).

Em paralelo à ação das hidrolases tradicionais, surge também uma enzima que catalisa a hidrólise de cadeias de galactose (α-galactosidade: EC 3.2.1.22), dos oligossacarídeos que ocorrem como rafinose ou α-galactosídeos, podendo atuar nas ligações cruzadas entre os oligossacarídeos pécticos e hemicelulose (SOH et al, 2006). Em mamão, esta enzima está fortemente correlacionada com a perda de firmeza do fruto. Seus prováveis substratos são as cadeias de galactana ou arabinogalactanas que atuam na formação de ligações cruzadas entre as cadeias de celulose e xiloglucanas (SOH et al., 2006).

2.2.5 Sólidos solúveis (SS) e açúcares

A determinação do teor de sólidos solúveis (SS) normalmente é feita com o objetivo de se ter uma estimativa da quantidade de açúcares presentes nas frutas, embora obtida por meio de refratômetro, inclua principalmente açúcares solúveis, além das pectinas, sais e ácidos. Normalmente é expressa em °BRIX, podendo-se converter em percentagem.

Durante a maturação das frutas, uma das principais modificações em suas caracteristicas é o acúmulo de açúcares, notadamente glicose, frutose e sacarose,

que ocorre simultaneamente com a redução de acidez. Os açúcares solúveis presentes nas frutas, associados com os ácidos orgânicos, são responsáveis pela doçura e pelo ‘flavor`, e quando combinados adequadamente compondo os polissacarídeos estruturais, também influenciam na textura (CHITARRA; CHITARRA, 2005; LELIEVRE et al., 1997).

O teor de açúcares usualmente aumenta com o amadurecimento das frutas por meio de processos biossintéticos ou pela degradação de polissacarídeos (KADER, 1992). A sacarose é o principal açúcar de translocação das folhas para os frutos; no entanto, apenas em algumas, a sua concentração excede a dos açúcares redutores, glicose e frutose. Na maioria das frutas, a concentração de glicose excede a de frutose, chegando a ser de duas a cinco vezes superior. Os açúcares têm papel fundamental no sabor característico do mamão e consequentemente na sua aceitação pelo consumidor.

No mamão, o teor de açúcares totais aumenta lentamente durante os primeiros 110 dias do desenvolvimento do fruto, chegando a 3,4 g.100 g $^{-1}$ de polpa, depois ocorre um período de rápido incremento até um pico de 9,8 g.100g^{-1}, aos 135 dias após a antese (DAA). Até os 110 DAA, a glicose é o açúcar predominante, enquanto a sacarose e a frutose representam uma menor porção dos açúcares totais (CHAN JR. et al., 1979). A partir dos 110 DAA, aumenta drasticamente a quantidade de sacarose, que passa a predominar, enquanto diminuem os teores de glicose e frutose (AKAMINE; GOO, 1971). Aos 135 DAA, após atingir o pico, as concentrações de sacarose decrescem rapidamente e as de glicose e frutose aumentam, indicando que a sacarose é hidrolisada a açúcares simples.

Na composição química da polpa do mamão do grupo Solo, predominam água (86,8%) e açúcares (12,18%). Neste fruto, a sacarose, glicose e frutose quantificam de 10,0 a 12,0 % do peso fresco do fruto, sendo que dos açúcares totais, 70% correspondem à sacarose, 20% à glicose e 10% à frutose (CHAN JÚNIOR et al., 1979). No entanto, Selvaraj et al. (1982) afirmam que a percentagem de sacarose no mamão é muito menor do que as percentagens de glicose e frutose.

Souza (2004) observou uma diferença significativa nos teores de sólidos solúveis (SS) entre os estádios de maturação em mamões, encontrando teores mais elevados para o híbrido 'Tainung 01 colhido no estádio 2, quando comparado ao colhido no estádio 1; uma indicação de que provavelmente, quanto mais avançado o estádio de maturação do fruto no momento da colheita, maiores serão os teores de SS do mamão final do período pos colheita.Resultados semelhantes foram encontrados por Balbino e Costa (2003), Souza (1998) e Oliveira (1999).

Yamanishi et al. (2005) constataram que frutos de mamoeiro do grupo Formosa apresentavam um teor de sólidos solúveis de 10,1% aos 126 dias após a frutificação, dentro do ideal de comercialização para frutos deste grupo, destinados ao mercado interno, estando no intervalo obtido por Fioravanço et al. (1994) em frutos maduros de mamão Formosa (8,7 a 10,7%). O teor de SS para frutos deste grupo pode variar entre 9,0 e 12,0%, segundos dados obtidos em trabalhos realizados por Viegas (1992) e Fagundes (1999). Queiroz (2009) trabalhando com mamão Formosa 'Tainug 01', verificou que aos 130 dias após a frutificação os frutos já apresentavam teor de SS de 11,4%, enquanto Souza (2004) em pesquisa com mamão do mesmo grupo encontrou teores de SS variando de 11,1 a 12,5%, em frutos colhidos nos estádios 1 e 2 de maturação, respectivamente.

Tem-se observado o efeito da estação do ano sobre o teor de SS em diferentes cultivares de mamoeiro. Alves (2003) encontrou valores de SS entre 11,0 a 14,0%, no inverno, e até 17,0% no verão. Variações semelhantes foram encontradas por Oliveira (1999) em frutos do mamoeiro do grupo 'Solo' e Formosa.

2.3 ETILENO

Os estudos em fisiologia pós-colheita iniciaram-se com a publicação de Franklin Kidd e Charles West em 1927, quando estudando as condições ideais para o armazenamento de maçãs, constataram um aumento brusco na respiração dos

frutos durante o amadurecimento, denominando-o de climatério. Nesta época pouco se sabia sobre o processo respiratório em vegetais e ainda nem se pensava sobre o papel do etileno no amadurecimento. Em 1934, Gane demonstrou que o etileno era produzido naturalmente em concentrações biologicamente ativas em frutos de macieira. Com o avanço da cromatografia gasosa nas décadas de 50 e 60 do século passado, os estudos com etileno explodiram (ABELES et al., 1992). Hoje, graças ao trabalho de Adams; Yang (1979), a rota biossintética do etileno é conhecida com detalhes, com isolamento e identificação das enzimas chaves operantes bem como a caracterização dos genes que codificam essas enzimas.

O papel regulador do etileno sobre a fisiologia vegetal, notadamente sobre os efeitos do amadurecimento e da senescência em frutas e hortaliças, evidencia a importância do entendimento da sua biossíntese e modo de ação (YANG, 1985; YANG; HOFFMAN, 1984; LELIEVRE et al., 1997; BRADY, 1987; SALTVEIT, 1999).

O aminoácido L-metionina é o percussor chave do etileno nas plantas superiores (ADAMS; YANG, 1979). Na presença de adenosina trifosfato (ATP), a enzima ATP: metionina S-adenosiltransferase; EC 2. 5. 1. 6. (Ado Met sintetase ou SAM sintetase) transfere o grupo adenosil (adenina+ribose) do ATP para a metionina, sendo a ligação no átomo de enxofre do aminoácido, formando o composto S-adenosilmetionina (Ado Met ou SAM). Pela ação da enzima ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico sintase (ACC sintase, EC 4. 4. 1. 14) a molécula do SAM é cindida em duas metades, sendo uma delas, a 5'-metiltioadenosina, reciclada no ciclo de Yang para regenerar a L-metionina e a outra parte, formada pelos quatro átomos de carbono restantes da metionina, é convertida a ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC), sendo essa, segundo Yang; Hoffman (1984), a etapa limitante na rota biossintética do etileno. Na última etapa da formação do etileno, a enzima ácido-1-ciclopropano-1-carboxílico oxidase (ACC oxidase) em presença de oxigênio transforma o ACC em etileno, CO_2 e HCN.

No tecido vegetal, o etileno liga-se a uma proteína receptora específica localizada no sistema de endomembranas, promovendo o sinal químico para uma série de respostas: síntese de RNA, de enzimas hidrolíticas da lamela média e das

paredes celulares, quebra da clorofila, produção de carotenoides , flavonoides e expressão gênica para a síntese das enzimas ACC sintase e ACC oxidase, que estimulam a produção autocatalítica de etileno (REID, 1992; THEOLOGIS et al, 1992; SALTVEIT, 1999; BLEECKER; KENDER, 2000; BARRY et al, 2000; HOEBERICHTS et al., 2002).

Todas as frutas que amadurecem em resposta ao etileno exibem, antes da fase de amadurecimento, um aumento característico da respiração chamado climatério. Tais frutas também apresentam um pico na produção de etileno, imediatamente antes ou coincidente com o aumento da respiração (BURG; BURG, 1965).

Na maioria dos frutos, concentrações de etileno fisiologicamente ativo nos espaços intercelulares precedem o aumento na taxa respiratória. Também um suprimento exógeno de etileno desencadeia o processo de amadurecimento em frutos imaturos bem como os induz ao processo autocatalítico de síntese. O etileno é considerado o hormônio natural do amadurecimento e o aumento na sua biossíntese é o evento que marca a transição entre as fases de desenvolvimento e senescência do fruto.

Em frutos climatéricos, como o mamão, o aumento na produção de etileno está associado à atividade das enzimas envolvidas na sua síntese, como o aumento da atividade da ACC oxidase precedido pela ACC sintase (YANG; HOFFMAN, 1984; DOMINGUEZ; VENDREL, 1993). A biossíntese de etileno e, consequentemente, o amadurecimento dos frutos, tem sido inibida pela regulação da expressão dos genes da ACC sintase e ACC oxidase, usando-se a técnica do RNA *antisense* (HAMILTON, 1990; OELLER et al., 1991; AYUB et al., 1996; GUIS et al., 1997).

Os dados fisiológicos obtidos com diferentes espécies de plantas superiores reforçam a hipótese de McMurchie et al. (1972) de que dois sistemas regulam a biossíntese do etileno. **Sistema I**: operante tanto em frutos climatéricos como em não climatéricos, bem como em outros tecidos vegetais, sendo responsável pela produção do etileno basal e pelo etileno de ferimento. Nos frutos climatéricos o Sistema I é operante até o início do amadurecimento, quando, então a exposição às

baixas concentrações de etileno emanadas pelo Sistema I promove um grande aumento no seu sistema formador, sendo esse aumento considerado como **Sistema II**, que é responsável pela produção autocatalítica de etileno nos frutos climatéricos durante o amadurecimento.

A capacidade de produção autocalítica do etileno é adquirida apenas em determinado estádio de desenvolvimento do fruto. Quando imaturo, a produção é muito baixa (Sistema I) e não é autoestimulada, o que leva o fruto a comportar-se como um órgão não climatérico. Na fase subsequente, o fruto tem capacidade própria de amadurecer na planta ou fora dela pelo desenvolvimento da produção autocatalítica do etileno (Sistema II). Essa transição parece estar relacionada com o diferencial de regulação da expressão dos diferentes genes decodificadores das enzimas responsáveis pela síntese do etileno, ACC sintase e ACC oxidase. A hipótese atualmente mais aceita é a de que no fruto existem inibidores do amadurecimento que formam um complexo inibidor-etileno impedindo ou regulando a atuação do etileno já presente e a sua formação autocatalítica. O amadurecimento só se tornaria viável após o desaparecimento do inibidor (McMURCHIE et al., 1972).

Embora ocupe o principal papel no amadurecimento de frutos climatéricos, há evidência de que nem todos os processos do amadurecimento dependem do etileno. Guis et al. (1997) trabalhando com mutantes transgênicos de melão "Charentais" não produtores do etileno, demonstraram que a supressão do etileno no melão não afetou a cor da polpa, o acúmulo de açúcares e de ácidos orgânicos. Porém houve bloqueio no amarelecimento da casca, amaciamento da polpa, respiração climatérica, abscisão do pedúnculo e produção de voláteis, concluindo-se, portanto, que embora o etileno seja crítico para o amadurecimento de frutas, ele não é o único fator de controle dos processos bioquímicos que ocorrem durante o amadurecimento de frutas climatéricas.

Fonseca et al. (2007) ao trabalhar com mamão 'Sunrise solo' e 'Golden' armazenados a 25ºC, encontraram picos de produção de etileno de 1,4 $\mu Lkg^{-1}h^{-1}$ e 1,6 $\mu Lkg^{-1}h^{-1}$, respectivamente. Oliveira Júnior (2002) encontrou valores máximos de 0,7 $\mu Lkg^{-1}h^{-1}$ em mamão 'Golden', no sexto dia de armazenamento pós-colheita.

Bron (2006) utilizando mamões 'Golden' colhidos em diferentes estádios de maturação, verificou que a maior produção de etileno foi em mamões colhidos em estádio 0, com pico de 2,1 $\mu Lkg^{-1}h^{-1}$ aos sete dias de armazenamento, enquanto os frutos colhidos no estádio um, produziram no máximo 1,3 $\mu Lkg^{-1}h^{-1}$ no sexto dia de armazenamento na temperatura de 23°C. Wills e Widjanarko (1995) registraram picos de produção de etileno em mamões de 5 $\mu Lkg^{-1}h^{-1}$ no sexto dia de armazenamento em temperatura ambiente. Kader (2002) relata que o mamão produz de 1 a 15 $\mu Lkg^{-1}h^{-1}$ na temperatura de 20ºC e 0,2 a 4,0 $\mu Lkg^{-1}h^{-1}$ na temperatura de 10ºC.

2.4 AMINOETOXIVINILGLICINA (AVG)

O aminoetoxivinilglicina, ácido [S] –trans -2-amino-4 – [2-aminoetoxi] -3-butenoico é um aminoácido não proteico que pode ser produzido naturalmente por fermentação. É o mais efetivo e comum inibidor de enzimas piridoxal fosfato, sendo um potente inibidor da biossíntese do etileno, constituindo-se numa potencial alternativa para aumentar a vida útil de pós-colheita de frutas (BRAMLAGE et al., 1980; REID, 1992).

Quando a sequência biossintética do etileno foi elucidada, tornou-se claro que a formação do ácido 1-ciclopropano-1-carboxílico (ACC) a partir da S-adenosil-metionina (SAM) é mediada pela enzima piridoxal fosfato 1–aminociclopropano-1–acidocarboxílico sintase (ACC sintase: E.C. 4. 4. 1. 14.).

A conversão de S-adenosilmetionina (SAM) a ACC é tipicamente uma reação de gama eliminação, que ocorre prontamente com a formação de um carbanium (Figura 1).

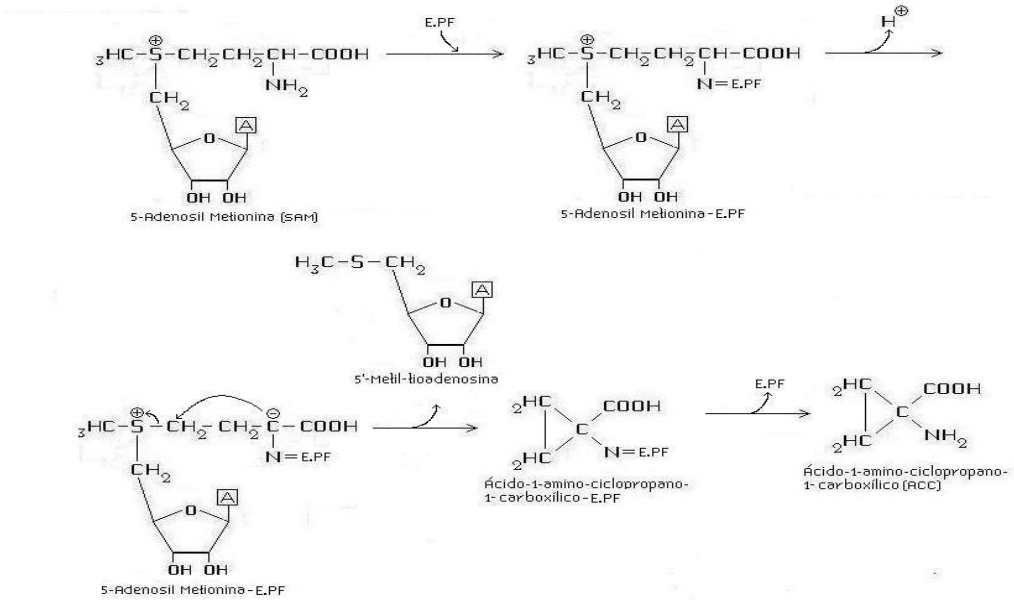

Figura 1 - Reação de formação do ácido-1-amino-ciclopropano-1-carboxílico (ACC) a partir da S-adenosil-metionina (SAM). (Adaptado de Adams e Yang, 1979 e Yang e Hoffman, 1984).

A enzima piridoxal fosfato dependente (ACC sintase) facilita a eliminação do próton do carbono alfa do aminoácido, produzindo um carbanium. O íon sulfônio positivo desestabiliza termodinamicamente a molécula de SAM, facilitando a reação de substituição nucleofílica intramolecular, formando ACC e 5'-metiltioadenosina-MTA (DAVIS; METZLER, 1972).

A reação que converte SAM em ACC é fortemente inibida pela AVG, um conhecido inibidor de reações enzimáticas mediadas pelo piridoxal fosfato (ABELES et al., 1992; ADAMS; YANG, 1979, YANG; HOFFMAN, 1984, BOLLER et a1., 1979). A figura 02 ilustra esquematicamente como ocorre o processo:

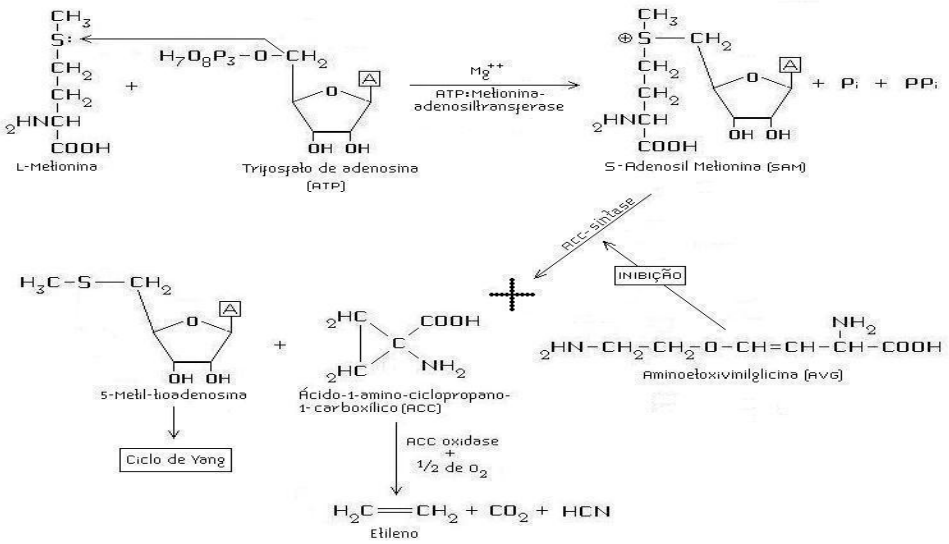

Figura 2 - Rota biossintética de formação do etileno a partir da metionina e o local de inibição pela aminoetoxivinilglicina (AVG). Adaptado de Yang e Hoffman (1984).

De acordo com Rando (1974), o passo inicial do processo de inibição envolve uma reação entre o inibidor e a coenzima piridoxal fosfato, formando-se um enol éter conjugado e reativo. Na sequência, o enol éter reage com um sítio ativo sobre a enzima, resultando na sua inibição. Para que haja a inibição da ACC sintase é necessário que a concentração de AVG seja suficiente para proporcionar uma constante de equilíbrio igual a 0,2 $\mu molL^{-1}$ (BOLLER et al., 1979). Trabalhando com maçã, Lieberman et al. (1975) verificaram que o AVG comportou-se como um inibidor irreversível da ACC sintase, porém em trabalhos in vitro, Boller et al. (1979); Hoffman e Yang (1980) constataram um comportamento de inibição reversível, com a atividade da ACC sintase sendo completamente recuperada com a remoção da AVG. Portanto, a AVG não pode ser considerada como um inibidor irreversível da ACC sintase. A ACC sintase é a enzima limitante na biossíntese do etileno (YU et al., 1979; HOFFMAN; YANG, 1980). Supõe-se, portanto, que o AVG pode suprimir a produção de etileno em frutos climatéricos (BRAMLAGE et al.1980; REID, 1992). A magnitude da eficiência do inibidor varia com a espécie, cultivar, dose aplicada e da correta

época de aplicação, que deve ser realizada antes do inicio da síntese do ácido 1-aminociclo propano-1-carboxílico-ACC (AUTIO; BRAMLAGE, 1982; ROMANI et al., 1983; WALSH; FAUST, 1982).

Quando pulverizado nas árvores frutíferas em pré-colheita, o AVG evita a formação autocatalítica do etileno, reduz a respiração climatérica, a abscisão de frutos e aumenta a firmeza da polpa (HALDER-DOLL; BANGERT, 1987; CHITARRA; CHITARRA, 2005). Vários trabalhos têm demonstrado que a aminoetoxivinilglicina (AVG) retarda a maturação, melhora a manutenção da qualidade dos frutos durante o armazenamento, reduz a perda de firmeza de polpa e possibilita adiar o inicio da colheita. Waclawosky (2001), verificou que a aplicação de AVG em pré-colheita de maçãs proporcionou melhor qualidade de pós-colheita, principalmente maior firmeza e diminuição do amarelecimento da epiderme. Autio e Bramlage (1982), Williams (1980) e Bangerth (1978) aplicaram AVG um mês antes da colheita em maçãs conseguiram retardar a maturação dos frutos e maior firmeza de polpa. Brackman & Waclawosky (2001) em maçãs, Byers (1997) em pêssegos e nectarinas e Ferri et al. (2002) em caqui, também constataram o efeito positivo da aplicação de AVG em pré-colheita sobre a qualidade pós-colheita dos referidos frutos.

De acordo com Johnston et al. (2001) e Majunder; Mazumdar (2002), a presença de etileno é necessária para a atividade das enzimas hidrolíticas responsáveis pela perda de firmeza da polpa de frutas Estes autores constataram que o aumento na atividade da poligaraturonase foi altamente correlacionado com a evolução do etileno.

Fan et al. (1998), Mir et al. (1999), Wang; Dilley (2001), Brackman; Waclawosky (2001) e Waclawoski (2001), comprovaram que a aplicação de AVG em pré-colheita de maçãs retarda a maturação, reduz a síntese de etileno, a taxa de respiração e ajuda na manutenção da qualidade durante o amadurecimento. Steffens et al (2005) pulverizaram macieiras da variedade ‘Gala’ 30 dias antes da colheita e conseguiram aumento da firmeza da polpa, retardo da maturação, redução da incidência de podridões e aumento da suculência. Resultados semelhantes foram encontrados por Chechi et al. (2007) em ameixas ‘Laetítia’,

utilizando pulverizações com AVG na dosagem de 125 mg.L^{-1} aos 14 e sete dias antes da colheita. Espindola et al. (2007) também utilizaram dose de 125 mg.L^{-1} de AVG em pulverizações 40 dias antes da colheita em maçã e conseguiram retardar a maturação e obtiveram frutos com maior firmeza de polpa..

Bramlage et al. (1980) e Petri et al. (2007) verificaram que a magnitude em atrasar a maturação em macieira foi dependente do cultivar e concentração de AVG.

Comercialmente, o AVG é utilizado para reduzir a queda de frutas, retardar a maturação e reduzir a perda de firmeza da polpa, aplicado entre uma e quatro semanas antes do ponto de colheita (GREENE, 2005; YUAN; CARBOUGH, 2007).

Shellie (1999) utilizou doses de AVG de 60, 130 e 260 mg.L^{-1} em frutos de melão reticulado aos 12 e 18 dias antes da colheita e obteve frutos mais verdes, com menor produção de etileno e o retardamento do início de desenvolvimento da zona de abscisão, embora não encontrando diferenças na firmeza de polpa, sólidos solúveis e incidência de podridão por ocasião da colheita e após 10 dias de armazenamento a 5ºC + 5 dias a 21°C.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido na área W35 do pomar comercial de mamão da Empresa WG Fruticultura, no município de Baraúna-RN. Este município está situado numa região de clima semiárido, temperatura média de 27,4°C e umidade relativa média de 68,9%, com precipitação pluviométrica anual de 673 mm, tendo como coordenadas geográficas 5°5’ de latitude sul, 37º38’ de longitude W. Gr, com altitude de 110m (MEDINA; MAIA NETO, 1989). Foram utilizadas plantas de mamoeiro do grupo Formosa ‘Tainung 01’, plantadas no dia 28 de novembro de 2008, e espaçadas 2,0 metros entre plantas e 4,0 metros entre fileiras.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos completos casualizados com quatro repetições, em esquema de parcelas subsubdivididas. O fator designado à parcela foi as doses de AVG [0 $mg.L^{-1}$ (0,0 $mol.L^{-1}$); 30 $mg.L^{-1}$ ($1,875x10^{-4}$ $mol.L^{-1}$); 60 $mg.L^{-1}$ ($3,75x10^{-4}$ mol L^{-1}); 120 $mg.L^{-1}$ ($7,5x10^{-4}$ $mol.L^{-1}$]. O fator associado à subparcela foi a época de aplicação de AVG (15 dias e 25 dias antes da colheita), enquanto o período de análises (no momento da colheita e vinte dias após a colheita) foi o fator designado à subsubparcela. Cada parcela foi composta de quatro plantas de mamoeiro, no espaçamento de 2,0 m entre plantas e 4,0 m entre fileiras.

3.3 FORMA DE APLICAÇÃO DA AMINOETOXIVINILGLICINA

Os tratamentos constituíram-se de pulverizações dos mamões com solução de AVG nas dosagens pré-estabelecidas.

Em todos os tratamentos foi utilizado o espalhante adesivo TWEEN 80 (monooleato de polioxietileno sorbitana) na concentração de 0,05% v/v. A fonte de AVG foi o produto Retain ® (Ácido hidroclórico [S]-trans-2-amino-4-[2-aminoetox]-3-butenoico) com 15% de ingrediente ativo. A aplicação do produto foi realizada utilizando-se um pulverizador costal, marca JACTO, com capacidade de vinte litros. Foram aplicados dois litros de solução em cada mamoeiro, quantidade suficiente para escorrer abundantemente sobre os frutos.

3.4 COLHEITA, TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO DOS FRUTOS.

O momento das duas colheitas foi determinado pela coloração da casca dos frutos dos tratamentos testemunhas. As colheitas (aos quinze e vinte cinco dias após a aplicação de AVG) foram feitas quando cada planta de mamoeiro do tratamento testemunha apresentava pelo menos um fruto nos estádios I (com até 15% de casca amarela) ou estádio II (com até 25% da casca amarela), enquanto que nas plantas tratadas com AVG foram colhidos os frutos considerados mais "maduros".

Em cada colheita foram colhidos 128 frutos, sendo oito em cada parcela. Os frutos foram divididos em dois lotes de 64 frutos. Um lote foi acondicionado em caixas plásticas e transportado para o Laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA-RN), onde foram imediatamente submetidos às análises. O outro lote também foi acondicionado em caixas plásticas e transportado ao Packinghouse, da empresa WG fruticultura, onde os frutos foram lavados em água fria e receberam um

tratamento antifúngico, com imersão em solução de SPORTAK 0,012% durante 2 minutos. Depois de enxugados, os frutos foram acondicionados em caixas de papelão ondulado e armazenados em câmara fria na temperatura de 11ºC e 92% de umidade relativa, durante 14 dias.

Decorrido os 14 dias em refrigeração, os frutos foram transportados ao Laboratório Pós-colheita da UFERSA-RN, onde permaneceram seis dias à temperatura de 25ºC e depois submetidos às análises.

As condições de armazenamento utilizadas no segundo lote foram planejadas para simular o procedimento utilizado pela empresa WG Fruticultura, que em associação com a empresa Caliman Agícola S.A, exporta mamão para a Europa, com desembarque no Porto de Roterdã – Holanda.

3.5 ANÁLISES FÍSICAS E FÍSICO-QUÍMICAS REALIZADAS

3.5.1 Análises físicas

3.5.1.1 Coloração da casca

A coloração da casca foi determinada de acordo com a escala subjetiva de notas adaptada da escala de cores indicada pela portaria nº 348/2006 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para o mamão tipo exportação, conforme pode ser observado na figura 3 (BRASIL, 2006): 1 – Fruto com casca 100% verde; 2 – mudando de cor verde para verde clara ou até 15% de casca amarela; 3 – fruto com 25% de casca amarela; 4 – fruto com 26% até 50 % da casca amarela e o restante com coloração verde claro; 5 – fruto com 51 a 75% de casca amarela; 6 – fruto com 76 a 100% de casca amarela e somente a extremidade verde. A nota final

para a coloração da casca foi obtida da média de notas dadas por um painel constituído por cinco avaliadores não treinados.

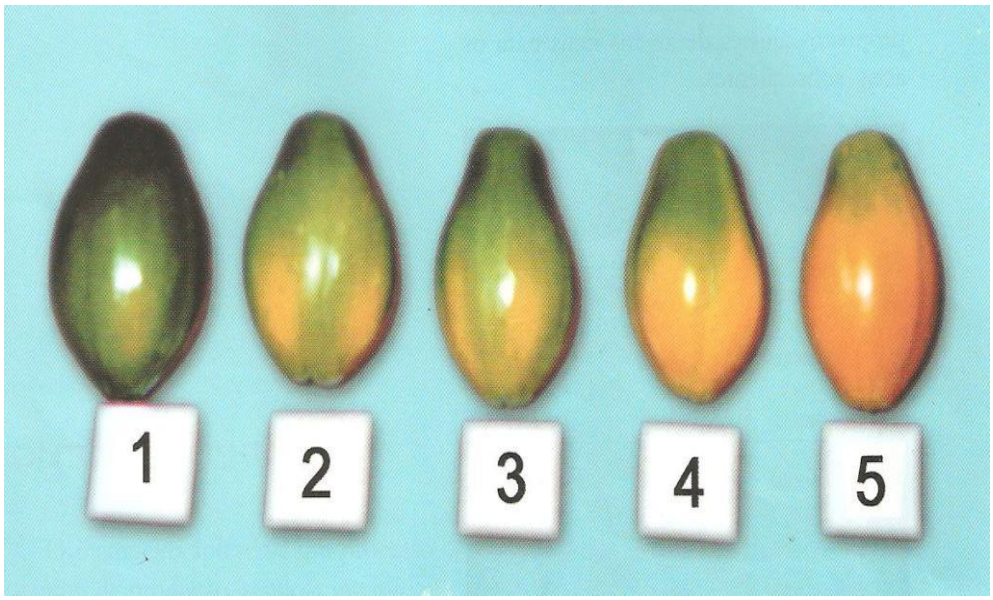

Figura 3 - Escala de cor usada para caracterizar estádios de maturação dos frutos de mamoeiro para exportação.

3.5.1.2 Firmeza da polpa

Para a determinação da firmeza da polpa, na forma de resistência à penetração, utilizou-se um penetrômetro manual (Fruit Pressure Test FT 327) com ponteira de 8,0 mm de diâmetro).

Os frutos foram abertos longitudinalmente e as leituras foram feitas nos dois lados dos frutos, na região equatorial a 0,5cm da casca. A ponteira foi posicionada perpendicularmente à polpa, submetendo-a à a força limite de ruptura, obtendo-se as leituras em libras.força (Lb.f), que foram convertidas em newton (N), multiplicando-se pelo fator 4,4482. Foram feitas oito determinações para estabelecer a média de cada repetição.

3.5.2 Análises Físico-químicas

3.5.2.1 Preparo das amostras para as determinações físico-químicas

Após a determinação da coloração da casca e da firmeza da polpa, foram preparadas as amostras para a determinação de clorofila total na casca, carotenoides totais da polpa, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (SS) e potencial hidrogeniônico (pH), adotando-se a seguinte metodologia:

- Para a clorofila total da casca – com o auxílio de um descascador especial FRUIT PELLER, retiraram-se lâminas de casca com 1,0 mm de espessura de oito pontos diferentes e equidistantes do fruto. As amostras foram envolvidas em papel alumínio e armazenadas em ultrafreezer a -70ºC para posterior determinação.
- Para carotenoides totais da polpa: Dividiu-se cada fruto em três partes, basal, equatorial e apical. Da região equatorial retiraram-se oito cubos de polpa com aproximadamente um centímetro de aresta. As amostras foram envolvidas em papel alumínio e armazenadas em ultrafreezer a -70ºC para posterior determinação.
- Para acidez titulável, sólidos solúveis e potencial hidrogeniônico (pH): A polpa retirada da região equatorial de cada fruto foi colocada em um superextrator JUICER PHILIPS WALITA, obtendo-se uma quantidade suficiente de suco límpido para a realização das três determinações acima citadas. As avaliações foram feitas imediatamente após a obtenção do suco.

3.5.2.2 Clorofila total na casca

Utilizaram-se porções de 0,7 a 1 g de casca. O tecido foi macerado em câmara escura, em 7,0 mL de acetona 80% e areia lavada. O extrato foi filtrado em papel filtro WHATMAN 03 e recebido em balões volumétricos envolvidos com papel alumínio para proteção contra a luminosidade. O filtro foi lavado duas vezes com 7,0 mL de acetona 80% e o volume completado para 25 mL.

As absorbâncias do extrato cetônico foram lidas em um espectrofotômetro SP 220 (BIOSPECTRO) nos comprimentos de onda de 645 e 663 nm. O teor de clorofila expresso em mg L^{-1} no extrato cetônico foi calculado pela fórmula de Mac KINANEY, (1941):

$$\textbf{Clorofila total (mg.L}^{-1}\textbf{)} = 8{,}02A_{663} + 20{,}2A_{645}$$

Para transformar os valores encontrados em mg de clorofila total/100g de casca, multiplicou-se cada resultado por 2,5 e dividiu-se pelo peso da amostra.

3.5.2.3 Carotenoides totais na polpa

Para a determinação dos carotenoides totais da polpa, o procedimento foi idêntico ao descrito para a casca, sendo que a quantidade de polpa utilizada foi de aproximadamente 3,0 g e as leituras de absorbância foram feitas a 645 nm, 663 nm e 480 nm.

O teor de carotenoides no extrato cetônico, expresso em mg.L^{-1} , foi calculado pela equação utilizada por Calegário (1997):

$$\textbf{Carotenóides totais (mg.L}^{-1}\textbf{)} = \frac{(A_{480} + 0{,}114A_{663} - 0{,}638A_{645}) \times Vx100}{112{,}5 \times \text{Peso da polpa (g)}}$$

Para transformar os valores encontrados em mg de carotenoides /100g de polpa, multiplicou-se cada resultado por 2,5 e dividiu-se pelo peso da amostra.

3.5.2.4 Sólidos Solúveis (SS)

O teor de sólidos solúveis totais foi determinado do suco límpido extraído da região equatorial do fruto utilizando um refratômetro digital modelo PR-100 Palette (Attago Co. Ltda, Japan), com correção automática de temperatura, sendo os resultados expressos em percentagem (%).

3.5.2.5 Acidez Titulável (AT)

A acidez titulável foi determinada titulando-se uma alíquota de 10 mL de suco límpido, diluindo-se o volume para 50 mL com água destilada. A titulação foi feita com solução de hidróxido de sódio (NaOH), na concentração de 0,02 $molL^{-1}$ e fator de correção 0,998.Como a coloração do mamão dificulta a visualização do ponto de virada do indicador fenolftaleína , o ponto final de titulação foi determinado com uso de um potenciômetro digital modelo DMPG-2 Digimed, equipado com eletrodo ANALYSER, modelo 2 A 13, no pH 8,1.

Os resultados foram expressos em $mmolH_3O^+.L^{-1}$, calculados pela fórmula: $mmolH_3\ O^+L^{-1}$=VxCxfx100, onde V=volume de solução gastos na titulação; C=concentração em $molL^{-1}$ da solução de NaOH e f=fator de correção de solução de NaOH.

3.5.2.6 Potencial hidrogeniônico (pH)

O potencial hidrogeniônico foi determinado diretamente no suco límpido obtido da região equatorial dos mamões, utilizando-se um potenciômetro digital modelo DPMG-2 DIGIMED, equipado com eletrodo ANALYSER, modelo 2A13. Foram feitas quatro determinações para estabelecer a média de cada repetição.

3.6 ANALISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise de variância no modelo de parcela subsubdividida composta pelos três fatores descritos no delineamento experimental.

Para os fatores tempo de aplicação pré-colheita de AVG e momento de análise dos frutos, ambos com dois níveis, foram realizados testes de t de Student, enquanto que para o fator dose de AVG, quando foi possível, ajustaram-se modelos de regressão. Foram realizados os desdobramentos necessários quando foi detectada interação de primeira ordem (dupla) ou de segunda ordem (tripla).

As análises de variância e testes de t foram processados pelo programa SISVAR, enquanto que os modelos de regressão foram construídos no TABLE CURVE. Todas as inferências foram realizadas utilizando o nível nominal de 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As tabelas 1 e 2 expressam, respectivamente, o resumo da análise de variância e as médias de cinco características avaliadas em mamões Formosa 'Tainung 01' submetidos a diferentes doses de AVG em dois tempos de aplicação pré-colheita e analisados no momento da colheita e após refrigeração a 11°C (14 dias) e seis dias em temperatura ambiente (25ºC). Observou-se efeito estatisticamente significativo de dose para todas as características avaliadas. Verificaram-se diferenças significativas entre tempos de aplicação de AVG somente para SS. Constatou-se efeito significativo de tempo de avaliação para todas as características, à exceção de SS.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância de cinco características avaliadas em frutos de mamão Formosa 'Tainung01' submetidos a diferentes doses de AVG em dois tempos de aplicação pré-colheita e analisados no momento da colheita e após 14 dias de refrigeração e seis dias em temperatura ambiente (25ºC). Mossoró-RN, 2009.

		QUADRADOS MÉDIOS				
FV	gl	**Cor da Casca**	**Clorofila Total da Casca (CLC)**	**Carotenoides Totais de Polpa (CP)**	**Firmeza de Polpa (FP)**	**Sólidos Solúveis (SS)**
Bloco	3	$0,27^{NS}$	$12,18^{NS}$	$0,04^{NS}$	$3,02^{NS}$	$0,46^{NS}$
Dose	3	$9,85^{*}$	$1429,22^{**}$	$5,38^{*}$	$502,35^{*}$	$7,38^{*}$
Erro a	9	0,19	8,99	0,19	13,49	0,11
Tempo	1	$0,77^{NS}$	$66,02^{NS}$	$0,25^{NS}$	$15,02^{NS}$	$5,06^{**}$
TxD	3	0,72	$25,77^{NS}$	$0,21^{NS}$	$5,27^{NS}$	$0,60^{NS}$
Erro b	24	0,22	12,95	0,17	8,12	0,21
Análise	1	$159,39^{**}$	$58382,64^{**}$	$56,25^{**}$	$13543,14^{**}$	$1,00^{NS}$
AxD	3	$0,43^{NS}$	$394,22^{**}$	$0,29^{NS}$	$39,47^{**}$	$0,38^{NS}$
AxT	1	$1,27^{*}$	$26,27^{NS}$	$0,00^{NS}$	$2,64^{NS}$	$1,56^{*}$
AxDxT	3	$0,39^{NS}$	$20,52^{NS}$	$0,29^{NS}$	$3,64^{NS}$	$0,60^{NS}$
Erro c	12	0,15	15,66	0,09	5,25	0,26

**, *: Significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F de Snedecor. NS: Não significativo.

Tabela 2 - Médias de cinco características avaliadas em frutos de mamão Formosa 'Tainung 01' submetidos a diferentes doses de AVG em dois tempos de aplicação pré-colheita e analisados no momento da colheita e após 14 dias de refrigeração e seis dias em temperatura ambiente (25ºC). Mossoró-RN, 2009.

	MÉDIAS (CARCTERÍSTICAS)				
Fator	**Cor da Casca** (Nota)	**Clorofila Total da Casca (CLC)** (mg 100^{-1}g)	**Carotenoides Totais de Polpa (CP)** (mg 100^{-1}g)	**Firmeza de Polpa (FP)** (N)	**Sólidos Solúveis (SS)** (%)
Dose					
0	4,44	16,38	3,94	31,88	11,13
30	4,19	16,25	4,06	33,25	11,13
60	3,50	27,37	3,00	43,75	10,56
120	2,69	28,90	3,00	51,94	9,69
Tempo					
15	3,60a	19,91a	3,44ª	39,19a	10,34b
25	3,81a	20,88a	3,56ª	41,22a	10,90a
Análise					
0	2,13a	34,94a	2,56b	70,41a	10,50a
20	5,28b	5,84b	4,44ª	10,02b	10,75a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste t de Student a 5% de probabilidade.

4.1 COR DA CASCA

Todos os frutos dos tratamentos que receberam aplicação de AVG em pré-colheita apresentaram menor evolução de cor, quando comparados aos frutos do tratamento testemunha (Figura 4), com destaque para as doses 60 mg.L^{-1} e 120 mg.L-1. Os frutos do tratamento testemunha (dose 0) apresentaram valor médio para cor da casca de 4,44, enquanto os frutos dos tratamentos correspondentes a 60

e 120 mg.L^{-1} mostraram valores médios de 3,50 e 2,69 (Tabela 2), uma variação de 21,2 e 39,4%, respectivamente, provando que estavam com a cor da casca significativamente mais verde.

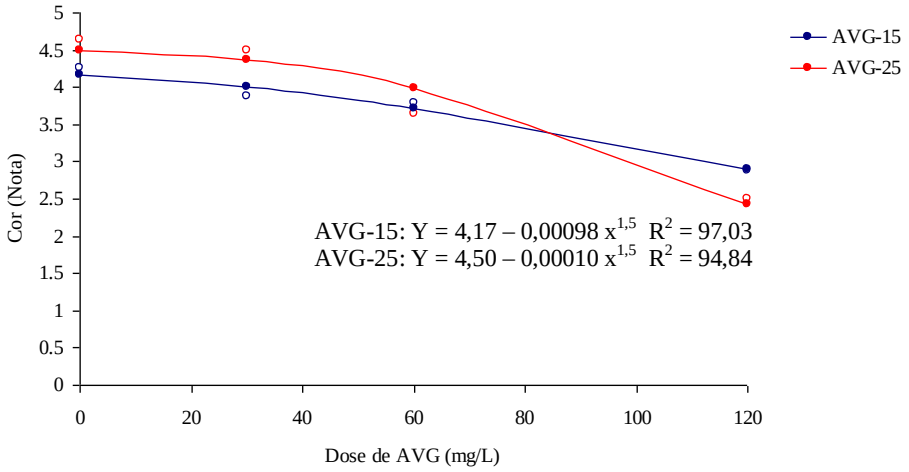

Figura 4 - Coloração da casca de frutos de mamão Formosa 'Tainung 01' em função de doses de AVG aplicadas aos 15 (AVG-15) e 25 (AVG-25) dias antes da colheita. Mossoró-RN, 2009.

A eficiência da AVG em manter a cor verde dos frutos também pode ser observada visualmente nas figuras 5 e 6.

Figura 5 – Frutos de mamoeiro Formosa 'Tainung 01' fotografados logo após a colheita, tratados com as doses de 0 (T_1), 60 (T_5) e120 (T_7) $mg.L^{-1}$ de AVG aplicadas 15 dias antes da colheita.

Figura 6 – Frutos de mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ fotografados logo após a colheita, tratados com as doses de 0 (T_2), 60 (T_6) e 120 (T_8) $mg.L^{-1}$ de AVG aplicadas 25 dias antes da colheita.

Os resultados encontrados para cor dos mamões Formosa ‘Tainung 01’ tratados com os maiores níveis de AVG encontram suporte à luz da teoria atualmente aceita sobre o papel do etileno na evolução na cor dos frutos durante o amadurecimento. O desverdeamento de frutos e de outros tecidos vegetais é decorrente da quebra da estrutura da molécula de clorofila, mediada pelo aumento da atividade da clorofilase, e depois, das enzimas Mg-dequelatase e feoforbídeo oxidase (MATILE et al., 1996). O etileno é indispensável para a degradação da clorofila, pois induz o aumento da atividade da clorofilase (ZHANG; PAULL, 1990). Segundo estes pesquisadores, há uma estreita relação entre aumento da produção de etileno, taxa respiratória, atividade da clorofilase, degradação da

clorofila e desverdeamento do mamão. Sisler et al. (1996) bloquearam o desenvolvimento da cor de bananas com o inibidor da ação do etileno (1-MCP). A cor evoluiu naturalmente quando a produção autocatalítica de etileno (Sistema II) foi estimulada. Silva (1995) estudou o efeito de duas embalagens flexíveis - filme de polietileno de baixa densidade (PEBD) e EVEREFRESH, contendo poros minerais absorventes de etileno - sobre a produção de etileno e a cor da casca de mamão Sunrise Solo armazenado a 10°C. O autor constatou que o EVEREFRESH reduziu a concentração de etileno em torno de 35% em relação ao PEBD e isso se refletiu na diminuição da evolução da cor. Após seis dias de exposição à temperatura ambiente, os frutos acondicionados em EVEREFRESH estavam mais verdes, recebendo um valor médio para a cor de 5,13, contra 6,00 dos frutos embalados em PEBD, evidenciando a necessidade da síntese e/ou ação do etileno para a evolução da cor da casca durante o amadurecimento do mamão. Braga (2004) trabalhando com mamões papaia submetidos a diferentes injúrias, e armazenados a 15ºC durante 10 dias, registrou valores de cor 6,34, contra 5,75 dos frutos não injuriados (controle). Esse aumento na evolução da cor foi associado a uma maior produção de etileno, visto que o estresse mecânico sempre provoca um aumento na produção endógena de etileno (ABELES et al., 1992; SALTVEIT, 1997).

Acredita-se que o AVG, notadamente nas doses de 60 e 120 $mg.L^{-1}$, tenha, possivelmente, inibido parcialmente a ação da enzima ACC sintase, reduzindo, consequentemente, a produção autocatalítica de etileno, permitindo assim a obtenção de frutos mais verdes.

Constatou-se efeito estatisticamente significativo do período de análise sobre a cor dos frutos (Figuras 7, 8 e 9). Comparando-se a cor dos frutos avaliados logo após a colheita e após vinte dias de armazenamento (14 dias a 11ºC e 06 dias a 25ºC), observa-se uma grande evolução da cor, ocorrendo o amarelecimento dos frutos em todos os tratamentos.

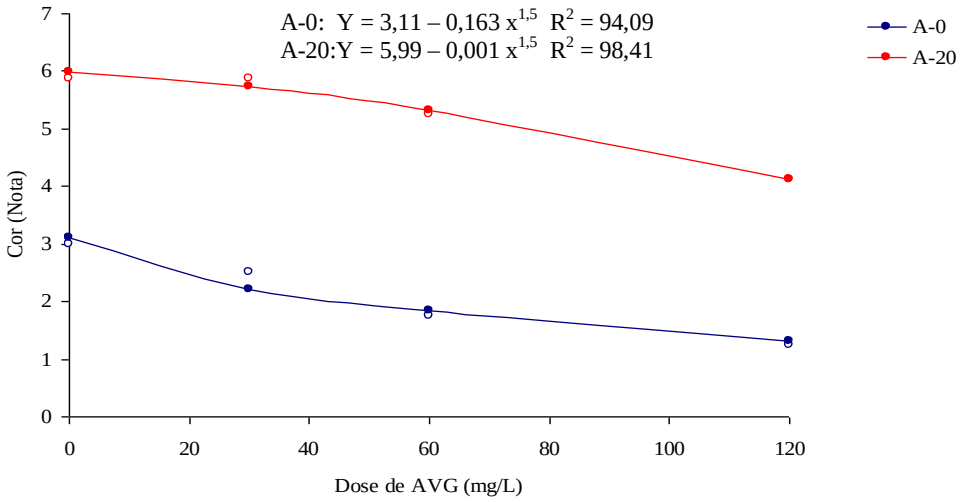

Figura 7 - Coloração da casca de frutos de mamão Formosa 'Tainung 01' em função de doses de AVG avaliada no momento da colheita (A-0) e após vinte dias de armazenamento (14 dias de a 11ºC ± 1ºC e umidade relativa 92% ± 2% e seis dias em temperatura ambiente), a 25ºC (A-20). Mossoró-RN, 2009.

A média geral de todos os tratamentos no tempo 0 (logo após a colheita) foi de 2,13, significativamente menor que a média de 5,28 encontrada para os frutos analisados 20 dias após a colheita (Tabela 2). O maior grau de amarelecimento dos frutos analisados 20 dias após a colheita é um resultado lógico e esperado, além de ser fisiologicamente explicável. Imagina-se que durante o armazenamento refrigerado e, principalmente, na exposição à temperatura ambiente houve, possivelmente, aumento na taxa de produção de etileno, que acelerou o amarelecimento. Mesmo para os frutos que receberam as doses de 60 e 120 $mg.L^{-1}$ de AVG, esse aumento da atividade metabólica, embora menor, é esperado, pois o efeito inibitório que o AVG exerce sobre a biossíntese do etileno não é irreversível (YANG; HOFFMAN, 1984), sendo que a ligação desse inibidor à enzima ACC sintase não induz mudança na sua conformação (HUAI et al, 2001), ocorrendo nova síntese de enzima (LIEBERMAN et al., 1975).

Figura 8 – Frutos de mamoeiro Formosa 'Tainung 01' fotografados após 14 dias em refrigeração a 11ºC mais 06 dias à temperatura ambiente de 25ºC, tratados com as doses de 0 (T_1), 60 (T_5) e 120 $mg.L^{-1}$ (T_7) de AVG aplicadas 15 dias antes da colheita.

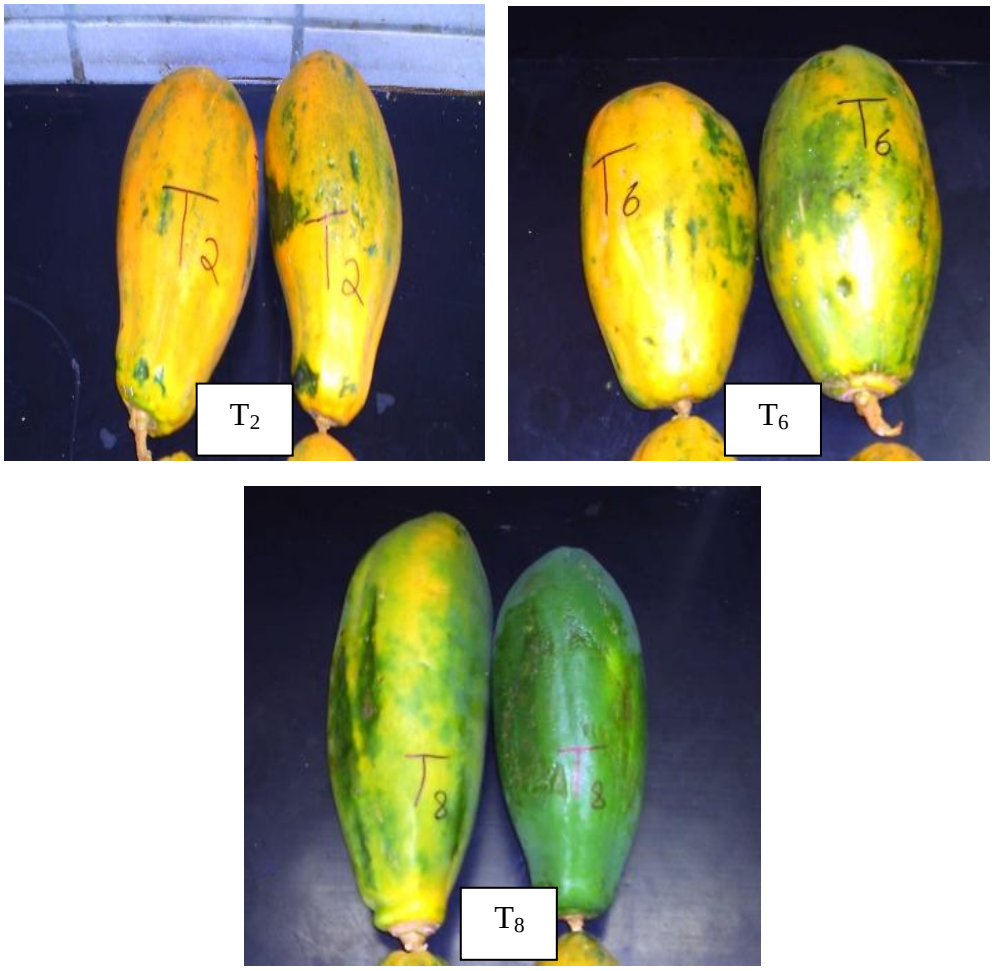

Figura 9 – Frutos de mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’, fotografados após 14 dias em refrigeração a 11ºC mais 6 dias à temperatura ambiente de 25ºC, tratados com as doses de 0 (T_2), 60 (T_6) e120 mg.L^{-1} (T_8) de AVG aplicadas 25 dias antes da colheita.

Observa-se também, que mesmo após o armazenamento, o efeito inibidor do AVG sobre a evolução da cor da casca do mamão Formosa ‘Tainung 01’ persiste, conforme pode ser visto na figura 7. A média de cor dos frutos do tratamento 120 mg.L^{-1} foi 1,88, contra 3,10 dos frutos controle.

As médias de cor obtidas neste trabalho são semelhantes às encontradas na literatura referentes ao uso de AVG em pré-colheita de frutos. Shellie (1999) utilizou AVG em pré-colheita de melão reticulado do grupo Cantaloupe e constatou que os frutos tratados com AVG se apresentavam mais verdes e produziram etileno em quantidades significativamente menores do que os frutos controle.

A aplicação de AVG em pré-colheita em vários frutos de origem temperada proporcionou a obtenção de frutos mais verdes, como por exemplo, Steffens et al. (2009) em ameixa 'Laetitia', Ferri et al. (2002) em caqui 'Fuyu', Mello (2005) em pêssegos, Byers (1997) em pêssegos e nectarinas, Steffens et al. (2005), Waclawosky (2001), Autio e Bramlage (1982), Child et al. (1984), Williams (1980), Awad e Jager (2002), Amarante e Steffens (2009) em pesquisas com diferentes variedades de maçãs.

As médias de cor obtidas pelos frutos do tratamento controle e do tratamento com 30 $mg.L^{-1}$ de AVG foram 4,44 e 4,19, respectivamente. Tais resultados são semelhantes aos encontrados por Fagundes e Yamanishi (2001) em mamões 'Solo' e aos de Pereira et al (2006) com mamões 'Formosa', que usando escala de cor semelhante à usada neste trabalho, registraram médias de 4,68 e 4,70, respectivamente.

Houve interação estatisticamente significativa do tempo de aplicação de AVG e o período de análise sobre a variável cor da casca (Tabela 2), cujo desdobramento é apresentado na figura 10. Observa-se que os frutos dos tratamentos aplicados 15 dias antes da colheita encontravam-se estatisticamente mais verdes (média de cor 1,80) do que os frutos dos tratamentos aplicados 25 dias antes da colheita (média de cor 2,38), quando analisados logo após a colheita. Constata-se também que tal comportamento não se repetiu quando os frutos foram analisados após vinte dias de armazenamento (14 dias a 11ºC e 06 dias a 25ºC). Considerando-se que o tempo de aplicação de AVG não interferiu em outras variáveis dependentes do etileno, tais como a firmeza de polpa e o acúmulo de carotenoides, acredita-se que uma possível explicação, deve-se ao fato de que a primeira colheita foi feita num período chuvoso de baixa insolação e temperaturas

anormalmente baixas para a época. Tais condições teriam permitido uma menor evolução da cor. Essa hipótese pode ser justificada, possivelmente, pelos dados encontrados por Queiroz (2009), que ao acompanhar o desenvolvimento de mamão Formosa 'Tainung 01', registrou um acúmulo máximo de clorofila aos 88 dias após a frutificação efetiva, enquanto o surgimento das primeiras estrias amarelas, correspondendo à plena maturidade fisiológica, só ocorreu aos 130 dias após a frutificação efetiva.

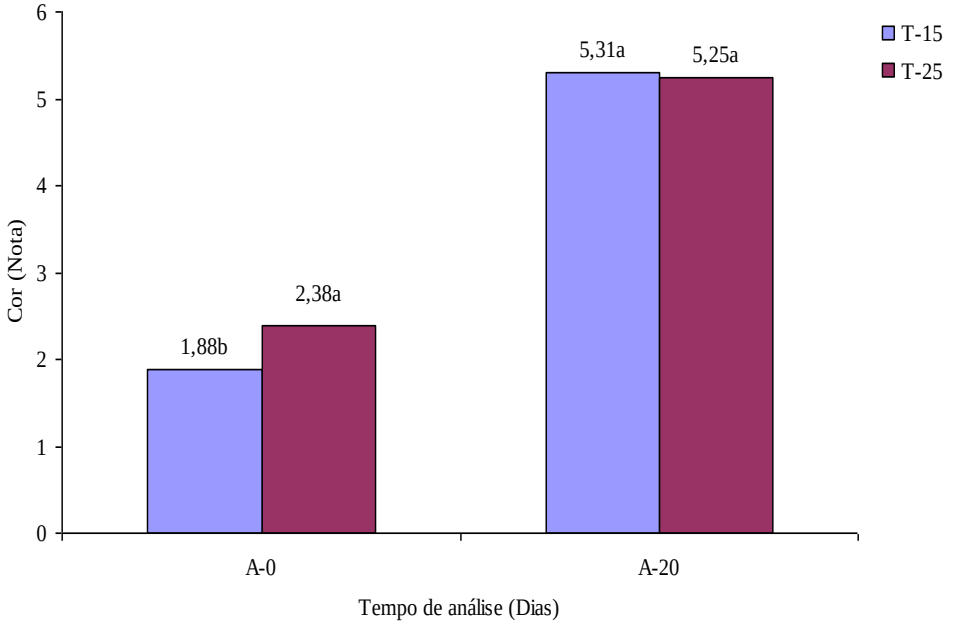

Figura 10 - Coloração da casca em frutos de mamão Formosa 'Tainung 01' submetidos à aplicação de AVG aos 15 (T-15) e 25 (T-25) dias antes da colheita e avaliada no momento da colheita (A-0) e após vinte dias (14 dias a 11ºC ± 1ºC e umidade relativa 92% ± 2% e seis dias em temperatura ambiente (A-20), a (25ºC). Mossoró-RN, 2009.

4.2 CLOROFILA TOTAL DA CASCA

O uso de AVG em pré-colheita exerceu efeito significativo ($p<0,05$) sobre o teor de clorofila total da casca de mamão Formosa 'Tainung 01', conforme se pode observar na figura 11. As médias gerais de clorofila total de casca para os tratamentos de 60 e 120 $mg.L^{-1}$ de AVG aplicadas aos 15 e 25 dias antes da colheita foram 27,37 $mg.100g^{-1}$ e 28,90 $mg.100g^{-1}$, contra 16,38 $mg.100g^{-1}$ dos frutos controle (Tabela 2), um aumento de 67,1% e 76,4%, respectivamente. O teor médio de clorofila total da casca dos frutos do tratamento com 30 $mg.L^{-1}$ aplicados 15 e 25 dias antes da colheita foi 16,25 $mg.100g^{-1}$, não diferindo estatisticamente de 16,38 $mg.100g^{-1}$ dos frutos controle.

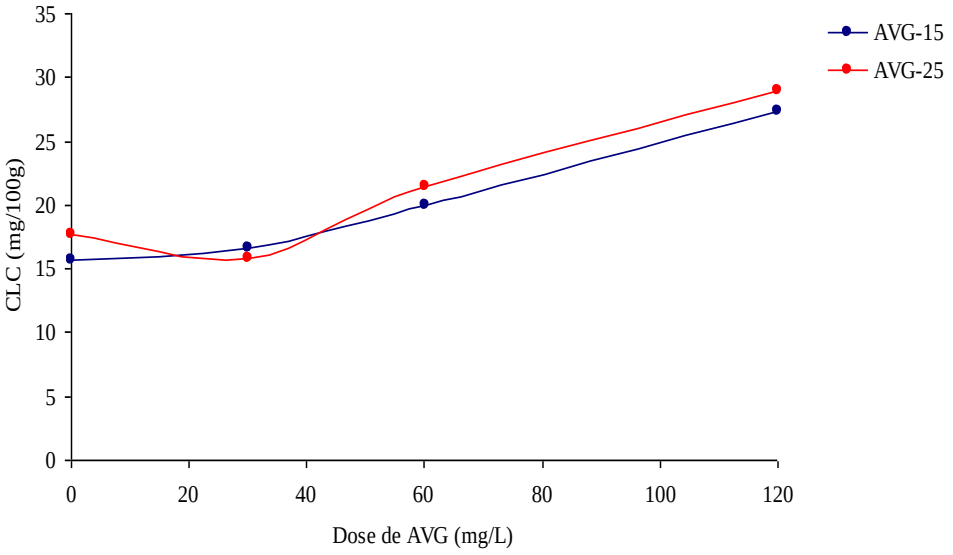

Figura 11-Clorofila total da casca de frutos de mamão Formosa 'Tainung 01' em função de doses de AVG aplicadas aos 15 (AVG-15) e 25 (AVG-25) dias antes da colheita. Mossoró-RN, 2009.

Os resultados para teor de clorofila total da casca em mamões Formosa 'Tainung 01' encontrados com níveis crescentes de AVG em pré-colheita (doses de 60 e 120 $mg.L^{-1)}$ são consentâneos com as teorias correntes sobre os processos

fisiológicos do amadurecimento dos frutos. A degradação da clorofila é ativada em decorrência principalmente do aumento da atividade de enzimas sintetizadas durante a produção autocatalítica do etileno (TUCKER, 1993; HEATON et al., 1996; SILVA et al., 2004). Para Ayub et al. (1996) a retenção do conteúdo de clorofila da casca em melões está em estreita conexão com a supressão da produção endógena de etileno. Estes pesquisadores trabalhando com melão do grupo Cantaloupe expressaram um gene *antisense* para a enzima ACC oxidase e inibiram completamente a degradação da clorofila e outros eventos relacionados ao amadurecimento. Theologis et al. (1992) também expressando um gene *antisense* para a ACC sintase em tomate, bloquearam a degradação da clorofila e a biossíntese de licopeno.

A aplicação de AVG em pré-colheita inibe a síntese e a atividade das clorofilases, possivelmente pela menor produção de etileno pelos frutos (FERRI et al. 2002, AUTIO; BRAMLAGE, 1982). Johnston et al. (2001) constataram que o início do amadurecimento de maçãs coincide com o aumento na concentração interna de etileno, e que frutos expostos ao etileno apresentaram maior atividade de enzimas que degradam clorofilas. A redução da biossíntese do etileno em maçã 'Golden Delicious' submetida a controle de atmosfera, foi atribuída à redução da atividade da ACC oxidase e à redução quantitativa da ACC sintase, enzimas chaves da biossíntese do etileno (GORNY; KADER, 1996).

O efeito estatisticamente significativo sobre o teor de clorofila total da casca de mamões Formosa 'Tainung 01', conseguido com aplicação em pré-colheita de doses de 60 $mg.L^{-1}$ e 120 $mg.L^{-1}$ pode estar associado à inibição da enzima ACC sintase, e consequentemente, uma menor produção autocatalítica de etileno, associada a uma redução na síntese e na atividade de clorofilases. A dose de 30 $mg.L^{-1}$, ao que parece não foi suficiente para inibir a ACC sintase, proporcionando um teor de clorofila total de casca de 16,25 $mg.100^{-1}g$, que não diferiu estatisticamente de 16,38 $mg.100^{-1}g$, encontrado nos frutos do tratamento controle.

Houve efeito positivo do período de análise sobre o teor de clorofila total da casca (Figura 12). Verificou-se que houve uma intensa perda de clorofila em

todos os tratamentos, possivelmente pela atividade metabólica lenta, durante a refrigeração, e intensa, durante o armazenamento a 25°C, que levou a uma rápida degradação da clorofila, evidenciando o mesmo comportamento para a evolução da cor (item 4.1). No entanto, o efeito inibidor da AVG sobre a perda de clorofila persistiu, visto que os frutos do tratamento correspondente a 120 mg.L^{-1} de AVG ainda continham em média 11,5 mg.100^{-1}g de clorofila total da casca contra 3,2 mg.100^{-1}g dos frutos controle (Figura 12), mesmo após o armazenamento à temperatura ambiente.

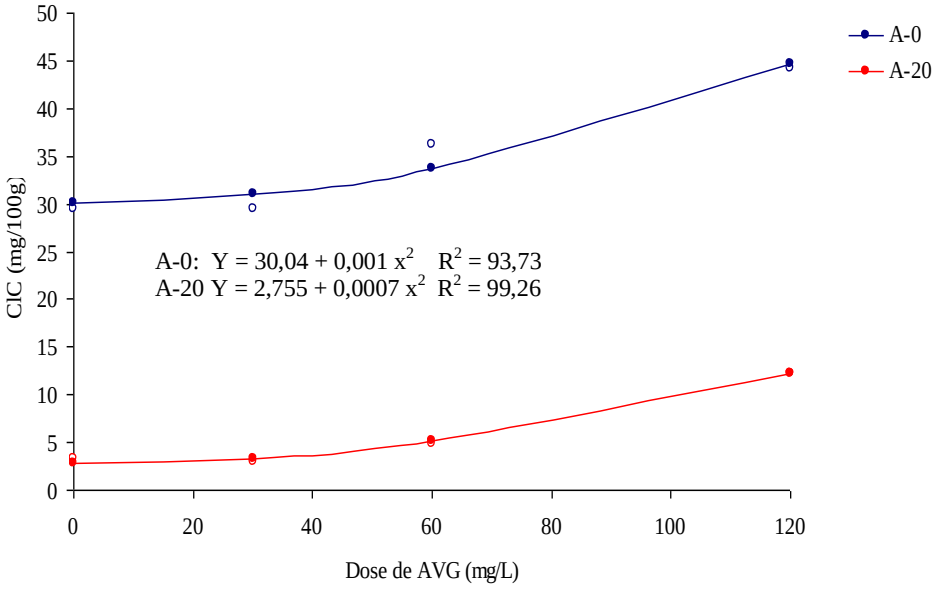

Figura 12-Clorofila total da casca de frutos de mamão Formosa 'Tainung 01' em função de doses de AVG avaliada no momento da colheita (A-0) e após vinte dias (14 dias a 11ºC ± 1ºC e umidade relativa 92% ± 2% e seis dias em temperatura ambiente (A-20), a 25ºC. Mossoró-RN, 2009.

Ferri et al. (2002), pesquisando a aplicação pré-colheita de AVG em caqui 'Fuyu', encontraram um teor de clorofila total da casca de 25 mg.100^{-1}g, por ocasião da colheita, que se reduziu a 22 mg.100^{-1}g após 20 dias de armazenamento a 25ºC. No mesmo experimento, os frutos controle apresentaram um teor de

clorofila total na casca de 20 $mg.100^{-1}g$ na hora da colheita, que caiu bruscamente para 4 $mg.100^{-1}g$ após o período de armazenamento.

Amarante; Steffens (2009) trabalhando com maçã gala, verificaram que a aplicação de AVG em pré-colheita na dose de 62,5 $mg.L^{-1}$ proporcionou a obtenção de maçãs com maior valores de ângulo hue (h^o), indicativo de frutos com maior superfície verde. O tratamento com AVG associado à utilização de sachê contendo KMnO4 como absorvedor de etileno permitiu a obtenção de maçãs mais verdes mesmo após dois meses de refrigeração a 0ºC, seguido de uma semana de exposição à temperatura ambiente. Embora não se possa fazer uma comparação em termos quantitativos com os dados encontrados em mamão Formosa‘Tainung 01’, utilizados neste experimento, é possível constatar a mesma tendência: a aplicação de AVG em pré-colheita permite a obtenção de frutos mais verdes por ocasião da colheita e que o efeito positivo persiste de, alguma forma, mesmo depois de uma armazenamento refrigerado ou em temperatura ambiente.

4.3 CAROTENOIDES TOTAIS DE POLPA

O teor de carotenoides totais de polpa de mamão Formosa ‘Tainung 01’ foi afetado a nível estatisticamente significativo ($p<0,05$) pelo uso de AVG em pré-colheita (Figura13).

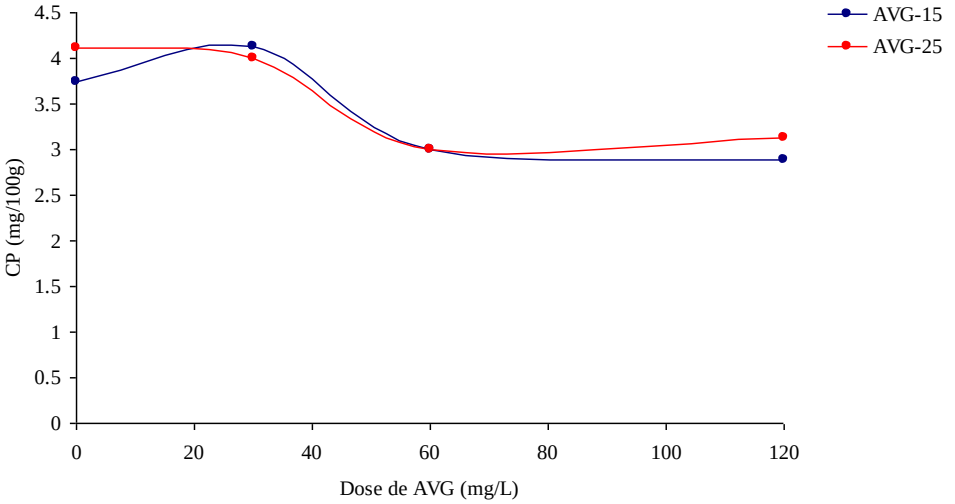

Figura 13 - Carotenóides totais da polpa de frutos de mamão Formosa 'Tainung 01' em função de doses de AVG aplicadas aos 15 (AVG-15) e 25 (AVG-25) dias antes da colheita. Mossoró-RN, 2009.

Proporcionalmente as doses de 60 e 120 $mg.L^{-1}$ promoveram reduções mais relevantes. A média geral para carotenoides totais da polpa, para os frutos dos tratamentos correspondentes a 60 e 120 $mg.L^{-1}$ de AVG aplicado aos 15 e 25 dias antes da colheita foi 3,00 $mg.100^{-1}g$, enquanto a média dos frutos controle foi 3,94 $mg.100^{-1}g$ (Tabela 2), uma redução de 23,86%. A dose de 30 $mg.L^{-1}$ proporcionou uma média de 4,06 $mg.100^{-1}g$ carotenoides totais, apenas 3% maior do que 3,94 $mg.100^{-1}g$ do tratamento testemunha, não havendo diferença estatística entre os dois tratamentos.

O efeito do AVG sobre a redução no acúmulo de carotenoides encontrados neste trabalho pode ser explicado, possivelmente, pela sua ação inibitória sobre a enzima ACC sintase e consequentemente, na produção autocatalítica de etileno (YANG; HOFFMAM, 1984; HALDER-DOLL; BANGERT, 1987). O uso de inibidores biossintéticos e da tecnologia de mRNA *antesense* embasam a teoria de que a biossíntese de carotenoides durante o amadurecimento de frutos é um processo dependente de etileno. Em tomates, a formação de fitoeno, um precursor imediato do licopeno, é uma etapa indispensável para o processo de acumulação de carotenoides. A expressão gênica para a produção de fitoeno sintase, enzima

responsável pela biossíntese do fitoeno, apresenta correlação positiva com a evolução do etileno (FRASER et al., 1984). Fray e Grierson (1993) relatam que a inibição da fitoeno sintase em frutos de tomateiro provoca redução na síntese de carotenoides e da pigmentação, enquanto a superexpressão da enzima tem efeito oposto. As pesquisas realizadas com tomates mutantes que expressam o gene recessivo inibidor do amadurecimento (Rin), mostram que a expressão desse gene inibe todos os fenômenos relacionados ao amadurecimento, como climatério respiratório, síntese de etileno, amolecimento, produção de compostos voláteis e acúmulo de carotenoides (VREBALOV et al., 2002). Em mamão Formosa 'Tainung 01' e 'Golden', a taxa de emissão de etileno exerce um importante papel no processo de redução do conteúdo de clorofilas e na produção dos carotenoides (SILVA et al., 2004).

Não houve efeito significativo do tempo de aplicação (15 e 25 dias antes da colheita) de AVG sobre o teor de carotenóides totais de polpa de mamão Formosa 'Tainung 01' (Figura 13). Os valores médios de carotenóides totais para os dois tempos de aplicação foram 3,44 $mg.100^{-1}g$ e 3,56 $mg.100^{-1}g$ (Tabela 2), respectivamente, não diferindo estatisticamente. Possivelmente isto se deve ao fato de que por ocasião de ambas as aplicações os frutos ainda se encontravam no estádio pré-climatérico, e o AVG, tenha, provavelmente, exercido algum efeito inibidor sobre ACC sintase, evitando a produção autocatalítica de etileno que ocorre com a ascensão climatérica (AUTIO; BRAMLAGE, 1982; YANG; HOFFMAM, 1984; FRASER et al., 1984; SILVA et al., 2004; VREBALOV et al., 2002; HALDER-DOOL; BANGERT, 1987).

Houve efeito positivo do período de análises no teor de carotenóides totais de polpa (Figura 14). Observa-se que houve acúmulo de carotenoides na polpa dos frutos durante o período de armazenamento em refrigeração, seguido de armazenamento em temperatura ambiente. A média geral de todos os tratamentos analisados no tempo 0 (logo após a colheita) foi 2,56 $mg.100^{-1}g$, enquanto a média de todos os tratamentos analisados após vinte dias de armazenamento (14 dias a 11° C + 06 dias a 25° C) foi 4,44 $mg.100^{-1}g$ (Tabela 2), um aumento de 73,40%. Tal comportamento era previsível e está embasado na teoria presentemente aceita

sobre fisiologia de amadurecimento de frutos, que preconiza que tal processo é dependente de etileno e ocorre associado com a degradação da clorofila (ARRIOLLA et al., 1975; SELVARAJ et al., 1982; FRASER et al., 1984; ALEXANDER; GRIERSON, 2002; BRAMLEY, 2002).

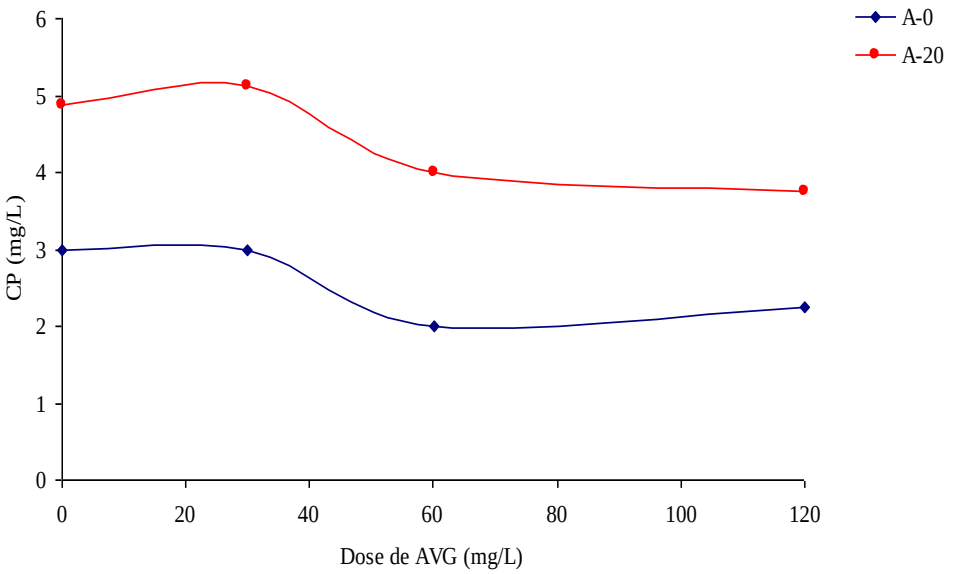

Figura 14 - Carotenoides totais da polpa de frutos de mamão Formosa 'Tainung 01' em função de doses de AVG avaliada no momento da colheita (A-0) e após vinte dias (14 dias a 11ºC ± 1ºC e umidade relativa 92% ± 2% + seis dias em temperatura ambiente a 25ºC (A-20). Mossoró-RN, 2009.

Observa-se, também, que mesmo nos frutos provenientes dos tratamentos com 60 e 120 $mg.L^{-1}$ de AVG, o teor de carotenoides totais na polpa após o armazenamento se encontra em concentração aceitável, o que garantiria, teoricamente, não haver prejuízo nutricional no consumo destes frutos. O teor médio de carotenoides totais de polpa dos frutos, englobando os dois períodos de aplicação (15 e 25 dias antes da colheita), foi 3,00 $mg.100^{-1}g$ (Tabela 2) para frutos tratados com 60 e 120 $mg.L^{-1}$ de AVG, valor compatível com resultados da literatura, como os de Souza (2004) que, determinando teores de licopeno e β-caroteno em mamão Formosa, encontrou uma variação de 2,44 a 3,38 $mg.100^{-1}g$, em função do estádio de amadurecimento e da época de colheita.

Os teores de carotenoides totais de polpa de mamão Formosa 'Tainung 01' tratados em pré-colheita com AVG e analisados após vinte dias (14 dias a 11ºC e 06 dias de exposição à temperatura de 25ºC) são condizentes com os encontrados em outros trabalhos de pesquisa. Particularizando por tratamentos, os teores médios de carotenoides totais de polpa encontrados, após o armazenamento, foram: 4,86 $mg.100^{-1}g$ para os frutos controle; 5,01 $mg.100^{-1}g$; 3,82 $mg.100^{-1}g$ e 3,70 $mg.100^{-1}g$ para os tratamentos com 30 $mg.L^{-1}$, 60$mg.L^{-1}$ e 120 $mg.L^{-1}$, respectivamente, e 4,44 $mg.100^{-1}g$ como média geral. Arriola et al. (1975) e Selvaraj et al. (1982), trabalhando com mamão maduro, encontraram teores de carotenoides totais de aproximadamente 4,00 $mg.100^{-1}g$ de polpa. Wilberg e Rodriguez-Amaya (1995) quantificaram os teores de licopeno e β- caroteno, os dois principais carotenoides de mamões, cultivares não especificados, encontrando 3,82 $mg.100^{-1}g$, enquanto que Kimura et al (1991) obtiveram teores de carotenoides totais na faixa de 3,24 a 5,01 $mg.100^{-1}g$ em mamões Formosa. Chandrica et al. (2003) registraram 3,19 $mg.100^{-1}g$ de carotenoides totais em mamão de polpa amarela e 4,82 $mg.100^{-1}g$ em mamão de polpa vermelha. Setiawan et al. (2001) encontraram 5,75 $mg.100^{-1}g$ de carotenoides totais em mamão Solo, enquanto Sentanin e Rodriguez-Amaya (2007), encontraram 5,28 $mg.100^{-1}g$ de carotenóides totais de polpa mamão 'Golden', 6,09 $mg.100^{-1}g$ em mamão Sunrise e 5,76 $mg.100^{-1}g$ em mamão Formosa.

4.4 FIRMEZA DE POLPA

Comprovou-se efeito significativo do emprego de AVG em pré-colheita ($p<0,05$) sobre a firmeza de polpa de mamão Formosa 'Tainung 01' (Figura 15).

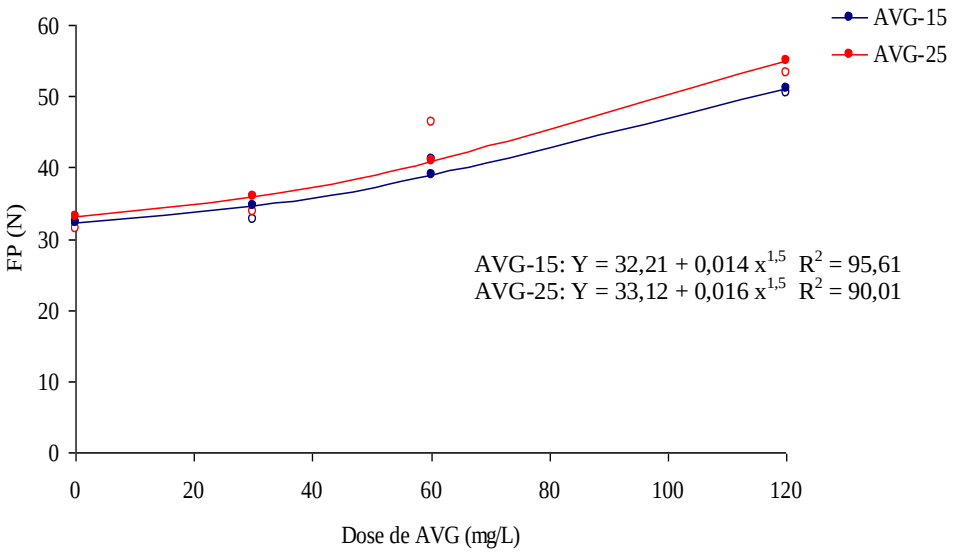

Figura 15 - Firmeza de polpa de frutos de mamão Formosa 'Tainung 01' em função de doses de AVG aplicadas aos 15 (AVG-15) e 25 (AVG-25) dias antes da colheita. Mossoró-RN, 2009.

Na Tabela 2, verifica-se que os frutos dos tratamentos 60 $mg.L^{-1}$ e 120 $mg.L^{-1}$ apresentaram uma firmeza de polpa (43,75 N e 51,94 N), 37,2 e 62,9%, respectivamente, mais firmes que os frutos do tratamento testemunha (31,88 N). Os frutos tratados com 30 $mg.L^{-1}$ apresentaram uma firmeza média de 33,25 N, apenas 4,2% mais firmes que os frutos testemunhas, não diferindo estatisticamente O efeito estatisticamente significativo com níveis crescentes de AVG, principalmente das doses de 60 e 120 $mg.L^{-1}$ sobre a firmeza de polpa de mamão Formosa 'Tainung 01', pode ser explicado, provavelmente, pela sua capacidade de reduzir a ação da ACC sintase, enzima chave na biossíntese do etileno (YU et al., 1979; YANG; HOFFMAN, 1984; BOLLER et al., 1979). Kim et al. (2001) afirmam que a perda de firmeza da polpa dos frutos é um dos processos mais sensíveis ao etileno, devido à degradação da protopectina da lamela média e parede celular primária com o aumento no conteúdo de pectinas solúveis. Há mais evidências de que a perda de firmeza de frutos durante o amadurecimento é, realmente, um processo dependente de etileno. Paull e Chen (1983), estudando a atividade de enzimas hidrolíticas de parede celular durante o amadurecimento de mamão,

encontraram um aumento do conteúdo de pectinas solúveis e uma redução de protopectinas esterificadas, mudanças estas atribuídas ao aumento da atividade das enzimas poligalacturonase (PG) e pectinametilesterase (PME) que coincidiram com a elevação de produção de etileno. O pico da atividade da PG coincidiu com a máxima produção de etileno, sendo que nenhuma atividade da PG e de xilanases foi detectada antes do aumento na produção de etileno, indicando uma estreita conexão entre este processo e o climatério respiratório. Guis et al. (1997), trabalhando com melão 'Charentais' com superexpressão de um gene *antisense* para ACC oxidase, bloquearam completamente o amolecimento do fruto, demonstrando claramente a necessidade da síntese do etileno para as mudanças texturais durante o amadurecimento.

Em tomates, Hoeberichts et al. (2002) usaram o inibidor de etileno 1-MCP, que também suprimiu todos os eventos associados ao amadurecimento, incluindo o amolecimento do fruto. A atividade das α e β-galactosidases aumentou 147% e 116%, respectivamente, em mamão fresco cortado, contra 18% e 64% em mamão inteiro (KARAKURT; HUBER, 2003), possivelmente em resposta a uma maior produção de etileno estimulado por estresse mecânico (ABELES et al., 1992; SALTVEIT, 1997), visto que em frutos de tomateiro com expressão de gene *antisense* para ACC sintase, a atividade das galactosidases foi totalmente suprimida (SOZZI et al., 1998). Lazan et al. (1995) também encontraram uma correlação direta entre aumento da atividade de α e β-galactosidases e uma redução na firmeza do mamão.

Observa-se efeito positivo do período de análise sobre a firmeza da polpa (Figura 16), com redução drástica na firmeza da polpa do mamão Formosa 'Tainung 01'. A firmeza de polpa no tempo 0 (logo após a colheita) foi 70,41 N, contra 10,02 N após 20 dias de armazenamento, uma redução de 85,76%. Essa redução da firmeza da polpa pode estar associada a um aumento da atividade das enzimas hidrolisantes da parede celular e lamela média das células do mamão, possivelmente, em resposta ao aumento na produção de etileno, principalmente durante os seis dias de armazenamento a 25ºC. Mesmo nos frutos tratados com 60 e 120 $mg.L^{-1}$ de AVG houve amolecimento normal, mostrando que o efeito inibitório

da AVG sobre a síntese de etileno é reversível (YANG; HOFFMAN, 1984), ocorrendo nova síntese de enzimas (LIEBERMAN, 1975).

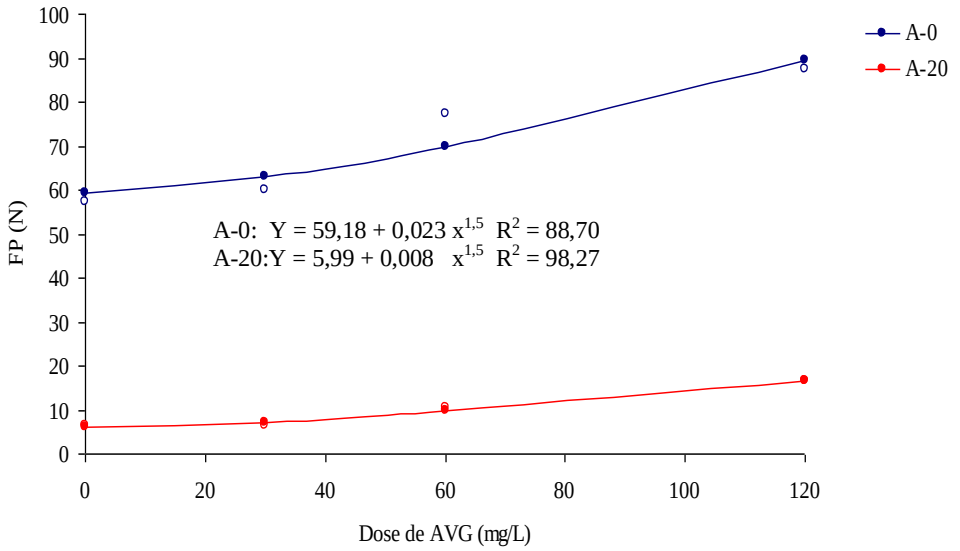

Figura 16 - Firmeza de polpa de frutos de mamão Formosa 'Tainung 01' em função de doses de AVG avaliada no momento da colheita (A-0) e após vinte dias (14 dias a 11º C + 06 dias a 25ºC (A-20). Mossoró-RN, 2009.

Os frutos tratados com doses de 60 e 120 mg.L^{-1} de AVG e analisados 20 dias após a colheita (14 dias a 11ºC e 6 dias a 25ºC) continuaram apresentando maior firmeza de polpa do que os frutos do tratamento controle e com 30 mg.L^{-1}. As médias gerais considerando os dois períodos de aplicação (15 e 25 dias antes da colheita) foram 6,73 N, 6,54 N, 10,38 N e 16,45 N (Figura16) para os tratamentos 0, 30, 60 e 120 mg.L^{-1}, respectivamente. Considera-se que a firmeza ideal do mamão para o consumo está entre 20,0 e 7,0 N (JACOMINO et al., 2003); portanto, a aplicação em pré-colheita de doses de 60 e 120 mg.L^{-1} em mamão Formosa 'Tainung 01' proporcionaria a obtenção de frutos com firmeza de polpa ideal para o consumo, mas certamente com maior resistência ao transporte e manipulação durante a comercialização.

O comportamento para a firmeza de polpa encontrado nos frutos tratados com as maiores doses de AVG são compatíveis com o encontrado em frutos de clima temperados e tratados com AVG em pré-colheita. Amarante e Steffens (2009) utilizando doses de AVG de 62,5 e 125 mg.L obtiveram maçãs 'Gala' com firmeza de polpa significativamente maior ($p<0,05$) do que os frutos controle. Bramlage et al. (1980) também utilizando AVG em pré-colheita conseguiram maçãs mais firmes no momento da colheita, sendo que a diferença se manteve ou até aumentou durante o armazenamento refrigerado (BANGERTH, 1978). Vários outros pesquisadores encontraram resultados semelhantes trabalhando com diferentes variedades de maçãs (WILLIAMS, 1980; BRACKMAN; WACLAWOSKI, 2000 e 2001; WACLAWOSKI, 2001; WACLAWOSKI; BRACKMAN, 2001; WANG; DILLEY, 2001; AUTIO; BRAMLAGE, 1982; CHILD et al., 1984; MIR et al., 1999; STEFFENS et al., 2003; AMARANTE et al., 2002). No entanto, Shellie (1999) não encontrou efeito positivo de AVG em pré-colheita sobre a firmeza de polpa de melão 'Cantaloupe', variedades Primo e Mission. Steffens et al. (2009) com ameixa 'Laettia' e Chechi et al. (2007) com ameixa 'Letícia' obtiveram frutos com maior firmeza de polpa com aplicação de AVG em pré-colheita quando comparadas com ameixas não tratadas. Ferri et al. (2002) em caqui 'Fuyu', Amarante et al. (2005) em pêssegos, Byers (1997) em pêssegos e nectarinas, obtiveram resultados semelhantes.

Os resultados de firmeza de polpa encontrados neste trabalho nos frutos controle analisados logo após a colheita, ao redor de 60 N, são inferiores aos encontrados na literatura para mamões em estádios correspondentes de maturação (COSTA, 2002; FONSECA, 2002; ROCHA, 2003, 2005; RIBEIRO, 2005; PAIVA, 2008; BRON, 2006), entre 90 e 100 N. Uma explicação possível está na metodologia utilizada neste trabalho, onde no qual a firmeza foi determinada na polpa a 0,5 cm da casca, após a abertura do fruto longitudinalmente, enquanto em todos os outros trabalhos de pesquisa consultados, a firmeza foi determinada na parte externa. Como o mamão amadurece de dentro para fora (LAZAN et al., 1989) os nossos dados são, compreensivelmente, menores.

4.5 SÓLIDOS SOLÚVEIS

Houve efeito significativo ($p<0,05$) do uso de AVG aplicado em pré-colheita sobre o teor de sólidos solúveis do mamão Formosa 'Tainung 01', notadamente com a dose de 120 $mg.L^{-1}$ (Figura 17). A média geral de sólidos solúveis de frutos tratados com 120 $mg.L^{-1}$ foi 9,69%, estatisticamente diferente das médias 11,13, 11,13 e 10,56% encontradas para os frutos tratados com 0; 30 e 60 $mg.L^{-1}$ de AVG, respectivamente. Este resultado foi, de certo modo, surpreendente, visto que vários trabalhos de pesquisa mostraram que o acúmulo de açúcares em frutos não é dependente do etileno, como os de Guis et al. (1997) em melão, Jacomino et al. (2002b) em mamão, Willis e Ku (2002) em tomate e Cocozza (2003) em manga.

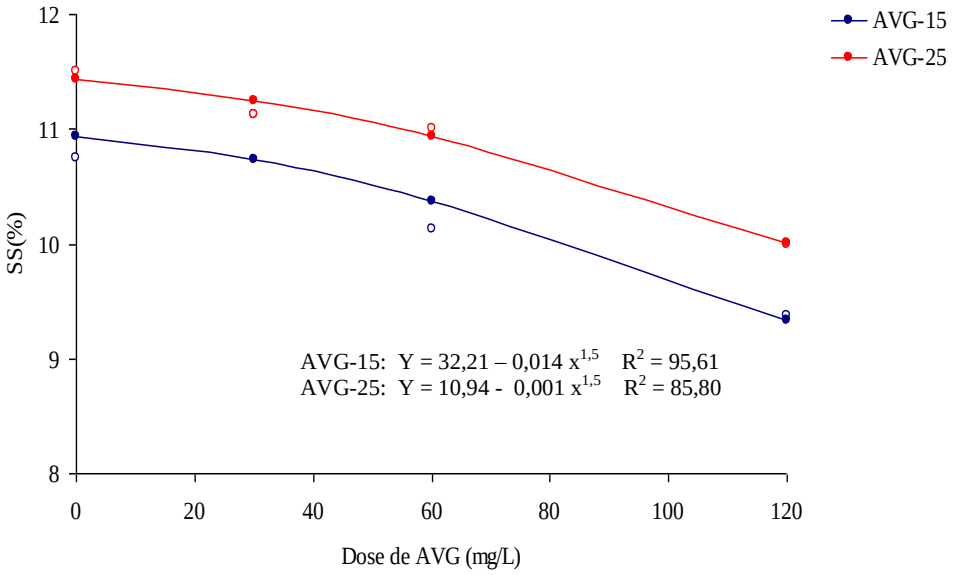

Figura 17 - Sólidos solúveis de frutos de mamão Formosa 'Tainung 01' em função de doses de AVG aplicadas aos 15 (AVG-15) e 25 (AVG-25) dias antes da colheita. Mossoró-RN, 2009.

Os principais açúcares presentes na polpa do mamão**:** são sacarose, glicose e frutose, acumulados, na sua maior parte, entre 110 e 130 dias após a antese, dependendo da cultivar (CHAN JR et al., 1979; SELVARAJ et al., 1982). Frutas, como manga, banana, pêra, maçãs, acumulam alto teor de amido; mas que apresentam decréscimo acentuado com a maturação (TERRA et al., 1983). No entanto, no mamão há uma característica diferente, pois teores extremamente baixos são encontrados durante seu desenvolvimento e amadurecimento (PAL; SELVARAJ, 1987; SELVARAJ et al., 1982). Gómez et al. (1999) relataram 0,13% de amido em mamão 'Solo' quando verde e 0,039% quando maduro. Como o mamão não possui quantidades significativas de amido que possam ser hidrolisados a açúcares durante o amadurecimento, e o acúmulo de açúcares é possivelmente independente de etileno, o teor máximo de carboidrato solúvel a ser obtido no mamão após a colheita será aquele presente no momento da colheita, e depende da eficiência fotossintética das folhas e da translocação (CHAN JR et al., 1979; VIEGAS, 1992; PAULL, 1996; ZHOU; PAULL, 2001).

Desse modo, acredita-se que o efeito positivo de AVG em pré-colheita sobre o teor de sólidos solúveis de mamão Formosa 'Tainung 01' deve ter sido de modo indireto, ao proporcionar a obtenção de frutos mais verdes por ocasião da colheita, retardando a translocação de açúcares das folhas para os frutos, justificando o menor teor de sólidos solúveis encontrado nos frutos tratados com a maior dose de AVG. Quanto mais avançado o estádio de maturação do mamão no momento da colheita, maior será o teor de sólido solúvel no final do período pós-colheita (SOUZA, 1998; OLIVEIRA, 1999; BALBINO; COSTA, 2003; SOUZA, 2004).

Petri e Leite (1999) e Amarante e Steffens (2009) em pesquisa com maçãs, constataram menor teor de sólidos solúveis no momento da colheita nos frutos tratados com AVG. Waclavoski (2001) e Steffens (2003) registraram que o AVG em pré-colheita reduziu o teor de sólidos solúveis em maçãs no momento da colheita, não havendo diferença após o armazenamento. Porém Mello (2005), não encontrou diferença estatística no teor de sólidos solúveis de pêssegos tratados com AVG e os frutos controle. Autio e Bramlage (1982) também não encontraram

efeito de AVG no teor de sólidos solúveis em cultivares de maçãs Puritam; Steffens et al. (2009) e Chechi et al.(2007) obtiveram ameixas ‘Laetitia’ e ‘Letícia’, respectivamente, com menor teor de sólidos solúveis quando tratados com AVG em pré-colheita, ao contrário dos resultados de Shellie (1996) com melão ‘Cantaloupe’, variedades Primo e Mission.

Houve efeito significativo do tempo de aplicação das doses de AVG no teor de sólidos solúveis no mamão Formosa ‘Tainung 01’ (Figura 2), embora, possivelmente, não se reflita em maior doçura dos frutos, pois a média geral de sólidos solúveis dos tratamentos aplicados aos 15 dias antes da colheita foi 10,34% contra 10,90% dos tratamentos aplicados aos 25 dias antes da colheita (Tabela 2), uma diferença percentual insignificante. Uma possível explicação pode ser creditada ao fato da primeira colheita ter sido feita num período chuvoso, de baixa insolação e temperaturas anormalmente baixas, sinalizando para uma menor taxa fotossintética e, consequentemente, uma menor translocação de açúcares.

Verificou-se interação positiva entre o período de análise e o tempo de aplicação de AVG no teor de sólidos solúveis, cujo desdobramento está representado na figura 18. Verifica-se que a média geral para SS dos frutos provenientes dos tratamentos aplicados aos 25 dias antes da colheita e analisados após a colheita, foi 10,63%, maior que 10,38%, embora estatisticamente não diferente, dos frutos tratados com AVG 15 dias antes da colheita (Tabela 2).

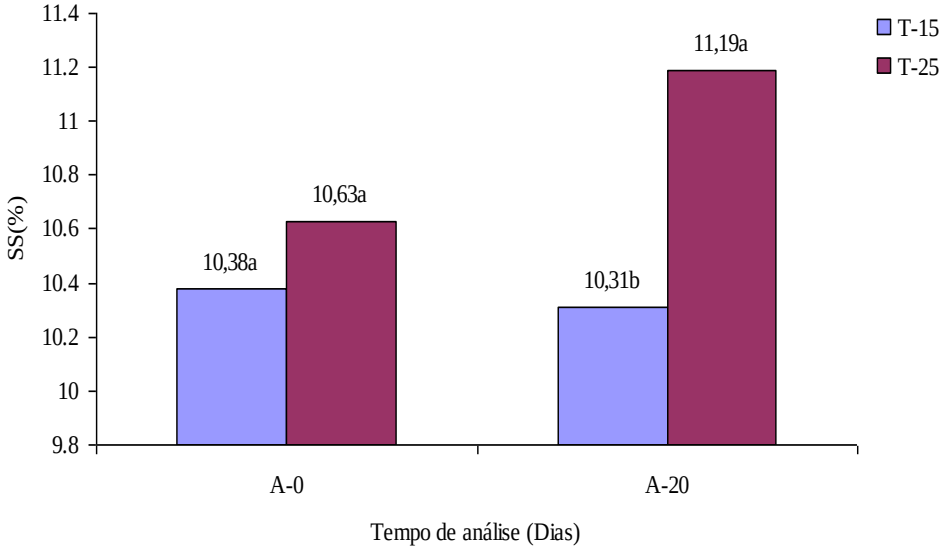

Figura 18 - Sólidos solúveis de mamões Formosa 'Tainung 01' submetidos à aplicação de AVG aos 15 (T-15) e 25 (T-25) dias antes da colheita e avaliada no momento da colheita (A-0) e após vinte dias (14 dias a 11ºC + 06 dias a 25ºC (A-20). Mossoró-RN, 2009.

Quando a análise foi feita aos 20 dias após a colheita, os frutos dos tratamentos aplicados 25 dias antes da colheita apresentaram um teor de SS estatisticamente superior aos dos frutos dos tratamentos aplicados 15 dias antes da colheita: 11,19 e 10,31%, respectivamente. Conforme Kader (1992), o teor de açúcares de frutos aumenta durante o amadurecimento por meio de processos biossintéticos ou pela degradação de polissacarídeos de reserva ou constituintes da lamela média e parede celular. Como o mamão não tem amido para ser hidrolisado a açúcares (PAL; SELVARAJ, 1987; GOMEZ, 1999) e o teor máximo de carboidratos solúveis a ser obtido na pós-colheita será aquele colhido no momento da colheita (VIEGAS, 1992; PAULL, 1996; ZHOU; PAULL, 2001), é imperioso conjecturar que o aumento de SS verificado após o armazenamento por 14 dias a 11ºC e 06 dias à temperatura ambiente foi proporcionado pela atividade de enzimas hidrolisantes de polissacarídeos constitutivos da lamela média e da parede celular das células do mamão, tais como PME, PG, α e β-galactosidases e xilanases (GROSS; SAM, 1984; McCOLLUM et al., 1989; LAZAN et al., 1995).

Durante o amadurecimento de mamão ocorre aumento no conteúdo de pectina solúvel em água, bem como uma perda de galactose e arabinose dos ramos laterais de pectinas (SHETTY; DUBASH, 1974; CHAN JR et al., 1981; KARAKURT; HUBER, 2003).

Paiva (2008), também registrou acúmulo de SS durante o amadurecimento de mamão Formosa, associado a uma liberação de oligossacarídeos da parede celular. Houve uma redução de 12% no grau de metoxilação das pectinas e diminuição no tamanho de partículas dos isolados pécticos, confirmados por microscopia eletrônica.

Vale salientar que os valores de sólidos solúveis encontrados nos frutos tratados com as maiores doses de AVG (60 e 120 $mg.L^{-1}$), foram 10,56 e 9,69%, respectivamente, compatíveis com os encontrados por Fioravanço et al. (1994) em mamões Formosa (entre 8,7 e 10,7%), considerados ideais para comercialização no mercado interno. Resultado semelhante foi detectado em mamões Formosa aos 126 dias após a frutificação por Yamanishi et al. (2005) que verificaram teor de SS igual a 10,10%.

4.6 ACIDEZ TITULÁVEL (AT)

Os resultados para acidez titulável de frutos de mamão Formosa 'Tainung 01' estão apresentados na Tabela 3. Houve interação tripla entre doses de AVG, tempo de aplicação e período de análise. Constata-se que não houve efeito estatisticamente significativo de doses de AVG quando aplicadas aos quinze dias antes da colheita, enquanto a aplicação aos vinte cinco dias antes da colheita proporcionou médias não estatisticamente diferentes entre os frutos dos tratamentos testemunha, 60 $mg.L^{-1}$ e 120 $mg.L^{-1}$, porém estatisticamente diferentes para os frutos do tratamento com 30 $mg.L^{-1}$. Este comportamento errático para a acidez titulável pode estar relacionado ao fato de que, provavelmente, o acúmulo de ácidos orgânicos no mamão não seja dependente de etileno, tal como no melão

(GUIS et al.,1997). Estes pesquisadores, trabalhando com mutantes transgênicos de melão Charentais não produtores de etileno, demonstraram que mesmo com a supressão da biossíntese do etileno, houve acúmulo normal de ácidos orgânicos, sinalizando que o processo, teoricamente, depende apenas da eficiência fotossintética das folhas e translocação para os frutos.

Tabela 3 - Médias de acidez titulável (mmol $H_3 O^+.L^{-1}$) de frutos de mamão Formosa 'Tainung 01' submetidos a diferentes doses de AVG, em dois tempos de aplicação e analisados no momento da colheita e após vinte dias (14 dias a 11° C + 06 dias a 25° C).

Dose de AVG	Avaliação (Dias)		Tempo
(mg L^{-1})	0	20	(Dias)
0	12,00aA	7,75bB	15
	10,25aB	9,00aA	25
30	13,00aA	9,75bA	15
	12,75aA	10,00bA	25
60	12,25aA	8,00bB	15
	10,75aB	9,75aA	25
120	14,25aA	9,25bA	15
	11,00aB	10,00aA	25

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na linha, e pela mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste t de Student a 5% de probabilidade.

O efeito do período de análise sobre a acidez titulável também não apresentou nenhuma tendência consistente, mostrando o mesmo comportamento errático encontrado para doses de AVG. Os resultados sobre a acidez titulável do mamão durante o amadurecimento são contraditórios, pois, enquanto alguns registram diminuição (CHAN JR, 1971; SELVARAJ et al., 1982; BALBINO, 1997; LOPES, 1997; BICALHO, 1998; WILLIS; WIDJANARKO, 1995), outros relatam aumento de acidez (PAULL, 1993; REIS SILVA; MEDINA, 1997; DRAETTA et al., 1995). Todavia, os resultados aqui encontrados são, de certa forma, inesperados, pois com base na fisiologia pós-colheita de frutos, seria normal ocorrer uma redução da acidez titulável durante o armazenamento, visto que os ácidos orgânicos são fotossintetizados nas folhas e translocados para os vacúolos,

daí são utilizados como substrato no processo respiratório, convertidos em açúcares ou utilizados para a síntese de proteínas (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Conforme Chen (1963) e Chan et al.(1971) o teor de ácido málico tende a decrescer à medida que o mamão amadurece, cujo metabolismo é catalisado pelas enzimas málica citosólica NADPH dependente (EC.1.1.1.40) e málica mitocondrial (EC.1.1.1.39), que convertem o ácido málico, por descarboxilação redutiva, a ácido pirúvico, introduzindo-o diretamente no Ciclo de Krebs (GOODENOUG et al., 1985). Outros ácidos, como o cítrico e o succínico podem ser oxidados diretamente no Ciclo de Krebs.

A aplicação de AVG em pré-colheita de maçãs, cultivares 'Gala', 'Fuji' e 'Puritam', não exerceu efeito positivo sobre a acidez titulável (AUTIO; BRAMLAGE, 1982; WACLAWOSKY, 2001; STEFFENS, 2003; STEFFENS; BRACMAN, 2005; STEFFENS et al. (2005), em pêssegos (MELLO, 2005) nem em ameixas 'Letícia'. Entretanto, Dekazos (1981) e Garner et al. (2001) em pêssegos e Chechi et al. (2007) em ameixas 'Laetítia' conseguiram produzir frutos com maior acidez titulável com aplicações de AVG em pré e pós-colheita.

4.7 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH)

A Tabela 4 apresenta os valores médios de pH de frutos de mamão Formosa 'Tainung 01' tratados com AVG em pré-colheita. Houve interação tripla entre doses de AVG, tempo de aplicação e período de análise, refletindo o mesmo comportamento errático verificado para a acidez titulável. Observa-se que, isoladamente, não houve efeito estatisticamente significativo de doses, época de aplicação ou período de análise.

Tabela 4 - Médias de potencial hidrogeniônico (pH) de frutos de mamão Formosa 'Tainung 01' submetidos a diferentes doses de AVG, em dois tempos de aplicação e analisados no momento da colheita e após vinte dias (14 dias a 11° C + 06 dias a 25° C).

Dose de AVG ($mg\ L^{-1}$)	Avaliação (Dias)		Tempo (Dias)
	0	20	
0	5,75aA	6,00aA	15
	5,50aA	5,50aB	25
30	5,50aA	5,50aB	15
	5,75aA	6,00aA	25
60	6,00aA	5,0bA	15
	5,00aB	5,00aA	25
120	5,25aB	5,00aA	15
	5,75aA	5,25bA	25

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na linha, e pela mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste t de Student a 5% de probabilidade.

Várias explicações podem ser aventadas para a ausência de efeito significativo do AVG sobre o pH do mamão Formosa 'Tainung 01': o pH é uma medida indireta da acidez do fruto, parâmetro não dependente, aparentemente, da síntese de etileno; é medido por uma escala logarítmica, onde uma diferença de um décimo de unidade de pH representa, em média, diferença de 25% na concentração molar de íons H_3O^+ (acidez real). Além disso, os sucos de fruta são sistemas tamponantes que resistem a variações de pH mesmo com aumentos ou diminuições substanciais na acidez; e ainda, o mamão tem uma acidez muito baixa, comparada a outros frutos tropicais (CHAN JR et al., 1979; SELVARAJ et al.,1982).

Os valores de pH registrados neste trabalho estão de acordo com os resultados encontrados em outros trabalhos de pesquisa em mamão Formosa: 5,31 a 5,51 (PAIVA, 2008); 5,0 a 5,3 (FERNANDES, 2007) e 5,48 a 5,79 (RIBEIRO, 2005).

5 CONCLUSÕES

- A aplicação de níveis crescentes de AVG em pré-colheita, especialmente com as doses de 60 e 120 $mg.L^{-1}$, permite a obtenção de mamões mais verdes e mais firmes no momento da colheita e após o armazenamento, portanto, com maior resistência ao transporte e ao manuseio pós-colheita;
- O AVG pode ser aplicado tanto aos 15 como aos 25 dias antes da colheita, sem prejuízo do seu efeito sobre a qualidade pós-colheita do mamão formosa 'Tainung 01'.

REFERÊNCIAS

ABELES, F. B.; MORGAN, P. W.; SALTIVEIT JR, M. E. Ethylene in plant biology. 2. ed. New York: Academic Press, 1992. 414 p.

ABU-GOUKH, A.; BASHIR, H. A. A. Changes in pectic enzymes and cellulose activity during guava fruit ripening. **Food Chemistry**, London, v. 83, n. 2, p. 213 – 218, 2003.

ABU-SARRA, A. F.; ABU-GOUKH, A. A. Changes in pectinesterase, poligalacturonase and cellulose activity during mango fruit ripening. **Journal of Horticultural Science**, Alexandria, v. 67, n. 4, p. 561-568, 1992.

ADAMS, D. O.; YANG, S. F. Ethylene biosynthesis: identification of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid as an intermediate in the conversion of methionine to ethylene. **Proceedings of the National Academy of Science of USA**, v. 76, p. 170-174, 1979.

AGRIANUAL, 2008. Anuário da Agricultura Brasileira. Sílvio Corrêa ...[et al.]. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta, Santa Cruz, 2008. 136 p.

AGUSTÍ, M. Crecimiento y maduracion del fruto. In: Azcón-Bieto, J.; Tálon, M. (Eds.) Fundamentos de Fisiologia Vegetal, Barcelona: Ediciones Universitat de Barcelona, S.A.U., p.419-433, 2000.

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

AKAMINE, E. K.; GOO, T. Concentrations of carbon dioxide and ethylene incavity of attached papaya fruit, **HortScience,** v. 14, n. 2, p. 138-139, 1979.

ALEXANDER, L.; GRIERSON, D. Ethylene biosynthesis and action intomato: a model for climateric fruit ripening. **Journal of Experimenta Botany**, v. 53, n. 377, p. 2039-2055, 2002.

ALI, Z. M.; LAZAN, H. In.: SHAW, P. E.; CHAN JÚNIOR, H. T.; NAGY, S. (Eds.) Tropical and subtropical fruits. Florida, AGScience Inc., 1998. p. 401-445,

ALI, Z. M.; CHIN, L.; LAZAN, H. A comparative study on wall degrading enzymes, pectin modifications and softening during ripening of selected tropical fruits. **Plant Science**, Limerick, v. 167, n. 2, p. 317-327, 2004 a.

ALI, Z.M.; CHIN, L.; MARIMUTHU, M.; LAZAN, H. Low temperature storage and modified atmosphere packaging of carambola fruit and their effects on ripening related texture changes, wall modification and chilling injury symptoms. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 33, n. 2, p. 181-192, 2004 b.

ALMEIDA, R. F.; MARTINS, M. L. L.; RESENDE, E. D.; VITORAZI. L.; CARLOS, L. A.; PINTO, L. K. A. Influência da temperatura de refrigeração sobre as características químicas do mamão cv. 'Golden'. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 577-581, jul./set. 2006.

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.

AMARANTE, C. V. T.; SIMIONI, A; MEGGUER, C. A.; BLUM, L. E. B. Effect os aminoethoxyvinilglycine (AVG) on preharvest fruit drop and maturity of apples. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3, p. 661-664, 2002.

AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS, C. A. O tratamento pré-colheita com AVG, aliado à absorção do etileno durante o armazenamento refrigerado, preserva a qualidade de maçãs "Gala". **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 334-342, jun, 2009.

AMARANTE, C. V. T. et al. A pulverização pré-colheita com ácido giberélico(GA_3) e aminoetoxivinilglicina(AVG) retarda a maturação e reduz as perdas de frutos na cultura do pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 1-5, 2005.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul, RS: editora Gazeta, 2007.

ARRIOLLA, M. C.; MADRID, M. C.; ROLZ, C.; Algunos cambios fisicos y quimicos de la papaya durante su almacenamiento. **Proceedings of Tropical Region of the American Society of Horticultural Science**, v. 19, p. 97-109, 1975.

AUTIO, W. R.; BRAMLAGE, W. J. Effects of AVG on maturation, ripening and storage of apples. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v. 107, n. 6, p. 1074-1077, 1982.

AWAD, M. D.; JAGER, A. Formation of flavonoids, especially anthocyanin and acid chlorogenic in "Jonagold" apple skin: influences of growth regulators and fruit maturity. **Scientia Horticulturae,** Amsterdam, v. 93, n. 3, p. 257-266, 2002.

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

AYUB, R.; MONIQUE, G.; BEN AMOR, M.; et al. Expression of ACC oxidase antisense gene inhibits ripening of cantaloupe melon fruits. **Nature Biotechnology**, New York, v. 14, p. 862-866, July. 1996.

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: 2003. p.389-401.

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.)**. 1997. 104 p. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) – Departamento de Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 1997.

BANGERTH, F. The effect of substituted amino acid on ethylene biosynthesis, respiration, ripening and preharvest drop of apple fruit. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v. 93, n. 3, p. 401-404, 1978.

BARRY, C. S, LLOP- TOUS, M. I: GRIERSON, D. The regulation of 1-aminocyclopropane-1-carboxilic acid synthase gene expression during the trasation from system-1 to systeme-2 ethylene synthesis in tomato. **Plant Physiology**, v. 123, p. 979- 986, 2000.

BAUMANN, M. J.; EKLOF, J. M.; MICHEL, G.; KALLAS, M. A.; TEERI, T. T.; CZJZEK, M. BRUMER, H. Structural Evidence for the Evolution of Xyloglucanase Activity from Xyloglucan Endo-Transglycosylases: Biological Implications for Cell Wall Metabolism. **The Plant Cell**, v. 19, p. 1947-1943, 2007.

BENASSI, A. C. Informes sobre a produção de mamão. **Toda Fruta**. Disponível em:
<http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=14291>.
Acesso em: 06 dez. 2009.

BENNETT, A. B. Genetic Determinants and Control of Fruit Softening.In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON POSTHARVEST SCIENCE, 4., 2000, Jerusalem. **Abstracts…**Tel Aviv, 2000. p. 09.

BIALE, J. B. The postharvest biochemistry of tropical and subtropical fruits. **Advances in Food Research**, New York, v. 10, p. 293-354, 1960.

BICALHO, U. O.; CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F.; COELHO, A. H. R. Modificações texturais em mamões submetidos à aplicação pós-colheita de cálcio e embalagem de PVC. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 136 -146, 2000.

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

BLEECKER, A. R.; KENDER, H. Ethylene: A gaseous signal molecule in plants. **Annual Review of Cell and Developmental Biology,** v. 16, p. 1-18, 2000.

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).

BOLLER, T., HERNER, R. C., KENDE, H. Assay for and enzymatic formation of an ethylene precursor, 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid. **Planta**, v. 145, p. 293-303, 1979.

BRACKMANN, A. Técnicas de armazenamento de produtos hortícolas. In: II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA, 2., 2007. Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2007. p. 127-134.

BRACKMANN, A.; WACLAWOVSKY, A. J. Responses of 'Gala' apples to preharvest treatment with AVG and low ethylene CA storage. **Acta Horticulturae**, v. 553, p. 155-157, 2001.

BRACKMANN, A.; WACLAWOVSKY, A. J. Efeitos do Retain em Pós – Colheita. In: ENCONTRO NACIONAL DE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO- ENFRUTE, 3., 2000, Fraiburgo. **Anais...**Caçador: EPAGRI, 2000. p. 93-98.

BRADY, C. J. Fruit Ripening. **Annual Review of plant Physiology**. Palo Alto. V. 38, p. 155-178. 1987.

BRAGA, L. R. **Características químicas e físicas de mamões do grupo Solo submetidos a diferentes injúrias mecânicas**. 2004. 46 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2004.

BRAMLAGE, E. J.; GREENE, D. J.; AUTIO, W. R.; McLAUGHLIN, J. M. Effects of aminoethoxyvinylglycine on internal ethylene concentrations and storage of apples. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v. 105, n. 6, p. 847-851, 1980.

BRAMLEY, P. M. Regulation of carotenoids formation during tomato fruit ripeningand development. **Journal of Experimental Botany**, v. 53, n. 377, p. 2107-2113, 2002.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Abastecimento. Portaria n° 348, de 27 de Dezembro de 2006. Estabelece os Procedimentos para a Caracterização, Implantação e Manutenção do Sistema Integrado de Medidas Fitossanitárias para o Manejo de Risco das Pragas – *Ceratitis capatata* e *Anastrepha fraterculos* em

Frutos frescos de Mamão (*Carica papaya* L). **Diário Oficial da União,** Brasília, 2007.

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

BURG, S. P.; BURG, E. A. Relationship between ethylene production and ripening in banana. **Botany Gazzeta**, v. 126, p. 200-204, 1965.

BYERS, R. E. Peach and nectarine fruit softening following aminoethoxyvinylglycine sprays and dips. **HortScience**, v. 32, p. 86- 88, 1997.

CALEGÁRIO, F. F. **Características físicas e químicas do fruto de mamão (*Carica papaya* L.) em desenvolvimento**. 1997. 71 p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 1997.

CANO, M. P.; ANCOS, B.; LOBO, M. G.; MONREAL, M. Carotenoid pigments and colour of hermaphrodite and female papaya fruits (*Carica-papaya* L.) cv. Sunsire during post-harvest ripening. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 71, p. 351-358, 1996.

CHAN JÚNIOR, H. T.; CHANG, T. S. K.; STAFFORD, A. E.; BRKKE, J. E. Nonvolatile acids of papaya. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 19, n. 2, p. 263-265, 1971.

CHAN JÚNIOR, 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.

CHAN JÚNIOR, H. T.; TAM, S. H. T.; SEO, S. T. Papaya polygalacturonase and its role in thermally injured ripening fruit. **Journal of Food Science,** Chicago, v. 46, n. 197, p. 190-191, 1981.

CHANDRICA, U. G.; JANS, E. R.;WICKAMASINGHE, S. M. D. N.; WARNASURIYA, N. D. Carotenoids in yellow-and red-fleshed papaya (*Carica*

papaya L). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 83, p. 1279-1282, 2003.

CHECHI, R.; STEFFENS, C. A.; ESPINDOLA, B. P.; AMARANTE, C. V. T.; SILVEIRA, J. P. G.; SASSO, A. Armazenamento de ameixa "Letícia" tratada com aminoetoxivinilglicina e ácido giberélico. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA, 2., 2007. Viçosa, MG.

CHEN, N. K. L. Chemical changes during the postharvest ripening of papaya fruit. M. S. Thesis, University of Hawaii. 24 p, 1963.

CHILD, R. D.; WLLIAMS, A. A.; HOAD, G. V.; BAINES, C. R. The effect of aminoethoxivyilglycine on maturity a post harvest changes in Cox's Orange Pippin apples. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 35, n. 7, p. 773-781, 1984.

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

COCOZZA, F. D. M. **Maturação e conservação de manga "Tommy Atkins" submetida à aplicação pós-colheita de 1-metilciclopropano**. 2003. 198 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2003.

COSTA, F. B. da. **Armazenamento refrigerado do mamão Havaí "Golden" produzido na chapada do Apodi**. 2002, 60 f. Monografia (Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró,RN, 2002.

CROOKES, P. R.; GRIERSON, D. Ultrastructure of tomato fruit ripening and the role of polygalacturonase isozymes in cell wall degradation. **Plant Physiology**, v. 72, p. 1088-1095, 1983.

DAVIS, L.; METZLER, D, E. Piridoxal-linked elimination and replacement reactions. **Enzymes**, v. 7, p. 33-74,1972.

DEKAZOS, E. D. Effect of aminoethoxyvinylglycine on bloom delay, fruit maturity, and quality of 'Loring' and 'Rio Oso Gem' peaches. **HorScience,** Alexandria, n. 16, p. 520-522, 1981.

DOMINGUEZ, M., VENDREL, M. Ethylene biosynthesis banana fruit: Evolution of EFE activity and ACC levels in pell and pulp during ripening. **Journal Hort. Sci.**, v. 78 . p. 63-70, 1993.

DRAETTA, I. S.; SHIMOKOMAKI, M.; YOKOMIKO, Y.; FUJITA, J. T.; de MENEZES, H. C.; BEINROTH, E. W. Transformações bioquímicas do mamão (*Carica papaya*, L.) durante a maturação. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, v. 6, p. 395-408, 1975.

ESPINDOLA, B. P.; STEFFENS, C. A.; AMARANTE, C. V. T.; SILVEIRA, J. P. G.; SASSO, A.; BRACKMANN, A. Maturação e qualidade de maçãs "Gala" tratadas em pré-colheita com aminoetoxivinilglicina e ethephon. **II Simpósio Brasileiro de Pós-Colheita**. Viçoça, MG. Abril, 2007.

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

FAGUNDES, G. R.; YAMANISHI, O. K. Características físicas e químicas de frutos de mamoeiro do grupo 'Solo' comercializados em 4 estabelecimentos de Brasília – DF. **Revista Brasileira de Fruticultura**; Jabuticabal – SP, v. 23, n. 3, p. 541-545, dez. 2001.

FAN, X. T.; MATTHEIS, J. P.; BUCHANAN, D. Continuous requirement of ethylene for apple fruit volatile synthesis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 46, p. 1959-1963, 1998.

FERNANDES, P. L. O. **Avaliação pós-colheita de diferentes revestimentos em frutos de mamão Formosa sob refrigeração**. 2007. 41 f. Monografia (Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró, RN, 2007.

FERRI, V. C.; RINALDI, M. M.; DANIELI, R.; LUCHETTA, L.; ROMBALDI, C. V. Controle da maturação de caquis 'Fuyu' com uso de aminoetoxivinilglicina e ácido giberélico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, p. 344-347, 2002.

FILGUEIRAS, H. A. C. Avanços tecnológicos em pós-colheita. In: II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA, 2., 2007. Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 382 p.

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. 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**. 2002. 177 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes – RJ, 2002.

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.

FRASER, P. D.; TRUESDALE, M. R.; BIRD, C. R.; SCHUCH, W.; BRAMLEY, P. M. Carotenoid biosynthesis during tomato fruit development. **Plant Physiology**, Rockville, v. 105, p. 405-413, 1994.

FRAY, R. G.; GRIERSON, D. Identification and genetic analysis of normal and mutant phytoene synthase genes of tomato by sequencing, complementation and co-suppression. **Plant Molecular Biology**, v. 22, p. 589-602, 1993.

FRY, S. C. Polysaccharide: modifying enzymes in the plant cell wall. **Annual Review of Plant Physiological and Plant Molecular Biology,** Palo Alto, v. 46, p. 497-520, 1992.

GARNER, D.; CRISOSTO, C. H.; OTIEZA, L. Controlled atmosphere storage and aminoethyvinilglycine postharvest dip delay cold storage softening of 'Snow Kin' peaches. **HortScience,** Alexandria, v. 11, p. 598-601, 2001.

GIOVANNONI, J. Molecular biology of fruit maturation and ripening. **Annual Review of plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 52, p. 725-749, 2001.

GOMEZ, M. L. P. A.; LAJOLO, F. M.; CORDENUNSI, B. R. Metabolismo de carboidratos durante o amadurecimento do mamão (*Carica paaya* L. Cv Solo): influência da gama radiação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos,** Campinas**,** v. 19, n. 2, p. 246-252, 1999.

GOODENOUGH, P. W.; PROSSER, I. M.; YOUNG, K. NADP-linked malic enzyme and malate metabolism in ageing tomato fruit. **Phytochemistry**, v. 24, n. 6, p. 1157-1162, 1985.

GORNY, J.; KADER, A. A. Regulation of ethylene biosynthesis in climateric apple fruit by elevated CO_2 and reduced O_2 atmospheres. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 9, p. 311-323, 1996.

GRAY, J., PICTON, S., SHABEER, J., SCHUCH, W., GRIERSON, D. Molecular biology of fruit ripening and its manipulation with antisense genes. **Plant Mol. Biol.**, v. 19, p. 69-87, 1992.

GREENE, D. W. Time of aminoethoxyvinylglycine application influences preharvest drop and fruit quality of "McIntosh" apples. **HortScience**. Alexandria, v. 40, p. 2056-2060, 2005.

GROSS, K. C.; SAMS, C. E. Changes in cell wall neutral sugar composition during fruit ripening : a species survey. **Phytochemistry**, Elmsford, v. 23, n. 11, p. 2457-2461, 1984.

GUIS, M.; BOTONDI, R.; BEN-AMOR, M.; AYUB, B.; BOUZAYEN, M. Ripening associated biochemical traits of cantaloupe charentais melons expressing an antisense ACC oxidase transgene. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, College Park, v. 122, n. 6, p. 748-751, 1997.

HAMILTON, A. J.; LYCETT, G. W.; GRIERSON, D. Antisense gene that inhibits synthesis of the hormone ethylene in transgenic plants. **Nature**, London, v. 346, p. 284-287, 1990.

HALDER-DOLL, H.; BANGERTH, F. Inhibition of autocatalytic C2H4 - biosynthesis by AVG applications and consequences on the physiological behaviour and quality of apple fruits in cool storage. **Scientia Horticulturae**, Amsterdan, v. 33, p. 87-96, 1987.

HEATON, J. W.; LENCKI, R. W.; MARANGONI, A. G. Kinetic model for chlorophyll degradation in green tissue. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 44, n. 2, p. 399-402, 1996.

HOEBERICHTS, F. A.; VAN DER PLAS, L. H. W.; WOLTERING, E. J. Ethylene perception is required for expression of tomato ripening-related genes and associated physiological changes even at advanced stages of ripening. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 26, p. 125-133, 2002.

HOFFMAN, N. E.; YANG, S. F. Enhancement of wound-induced ethylene synthesis by ethylene in preclimacteric cantaloupe. **Plant Physiol**, v. 69, p. 317-322, 1982.

HOFFMAN, N. E.; YANG, S. F. Changes of 1-aminocyclopropano 1 – carboxylic acid content in ripening fruits in relation to their ethylene production rates. . **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 105, n. 4, p. 492.495, 1980.

HUAI, Q.; XIA, Y.; CALLAHAN, B.; LI, N.; KE, H. Cristal structures of 1-aminocyclopropane-1-carboxylate(ACC) synthase in complex with aminoethoxyvinylglycine and pyridoxal-5'-phosphate provide new insight into catalytic mechanismis. **The Journal of Biological Chemistry**, Maryland, v, 276, n. 41, p. 38210-38216, 2001.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 06 dez. 2009b.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal 2006**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=998>. Acesso em: 06 dez. 2009a.

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

JACOMINO, A. P.; BRON, L. U.; KLUGE, R. A. Controle do amadurecimento e senescência de mamão com 1-metilciclopropeno. **Scientia Agrícola**. Piracicaba, v. 59, n. 2, p. 303-308, abril/Jun. 2002a.

JACOMINO, A. P.; KLUGE, R. A.; BRACKMANN, A.; CASTRO, P. R. C. Amadurecimento e senescência de mamão com 1-metilciclopropeno. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 2, p. 303-308, 2002b.

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.

JAYANI, R. S.; SAXENA, S.; GUPTA, S. R. Microbial pectinolytic enzymes: A review. **Process Biochemistry**, p. 2931-2944, 2005.

JOHNSTON, J. W.; HEWETT, E. W.; HERTOG, M. L. A. T.; HARKER, F. R. Temperature induces differential softening responses in apple cultivars. **Postharvest Biology and Technology**, v. 23, p. 185-196, 2001.

JU, Z.; CURRY, E. A. Evidence that a-farnesene biosynthesis during fruit ripening is mediated by ethylene regulated gene expression in apples. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 19, p. 9-16, 2000.

KADER, A. A. **Postharvest technology of horticultural crops. Oakland: University of California**. 1992. 296 p. UNIVERSITY OF CALIFORNIA. Division of Agriculture and Natural Resources, Oakland, USA, 1992.

KADER, A. A. Fruit maturity, ripening and quality relationships. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 485, p. 203-208, ago. 1997.

KADER, A. A**. Postharvest technology of horticultural products**. 3rd ed. California: University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, 2002. 535p. (Publication, 3311)

KADER, A. A. **Recommendations for maintaining postharvest quality "papaya**". Davis: Department of Pomology, University of Califomia. CA 95616 p.1-3, 2000.

KARAKURT, Y.; HUBER, D. J. Activities of several membrane and cell-wall hydrolases, ethylene biosynthesis, and wall polyuronide degradation during low-temperature storage of intact and fresh-cut papaya (*Carica papaya* L) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 28, n. 2, p. 219-229, 2003.

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

KIM, H. O.; HEWETT, E. W.; LALLU, N. Softening and ethylene production of kiwifruit reduced with 1- methylcyclopropene. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 553, p. 167-170, 2001.

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.

LAZAN, H.; SYU-YIH, N.; GOH, L. Y.; ALI, Z. M. Papaya β-galactosidase/galactanase isoforms in differential cell hydrolysis and fruit softening during ripening. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 42, p. 847-853, 2004.

LAZAN, H.; ALI, Z. M.; LIANG, K.; S.; YEE, K. L. Polygalacturonase activity and variation in ripening of papaya fruit with tissue depth and heat treatment. **Physiologia Plantarum**, v. 77, p. 93-98, 1989.

LAZAN, H.; SELAMAT, M. K.; ALI, Z. M. β-galactosidase, polygalacturonase and pectinesterase in differential softening and cell wall modification during papaya fruit ripening. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 95, n. 1, p. 106-112, 1995.

LELIÉVRE, J. M.; TICHIT, L.; DAO, P.; FILLION, L.; NAM, Y. W.; PECH, J. C.; LATCHÉ, A. Effects of chilling on the expression of ethylene biosynthetic genes in Passe- Crassane pear (*Pyrus communis* L.) fruits. **Plant Molecular Biology**, v. 33, p. 847-855, 1997.

LICHTENTHALER, H. K. The 1-deoxy-D–xylulose-5'-phosphate pathway of isoprenoid biosynthesis in plants. **Annual Reviews in Plant Physiology and Molecular Biology**, v. 50, p. 47-65, 1999.

LIEBERMAN, M. Biosynthesis and action of ethylene. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 30, p. 533-591, 1979.

LIEBERMAN, M.; KUNISHI, A. T.; OWENS, L. D. Specific inhibitors of ethylene production as retardants of the ripening process in fruits . In: Facteurs et Regulation de la Maturation des Fruits. **Colloques Internationaux C.N.R.S.**, Paris, n. 238. p. 161-170, 1975.

LOONEY, N. E.; PATTERSON, M . E. Chlorophyllase activity in apples and bananas during climateric phase. **Nature**, v. 214, p. 1245-1246, 1967.

LOPES, M. A. **Conservação do mamão em condições ambientais submetido à aplicação de cera e cloreto de cálcio**. 1997. 39f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró-RN, 1997.

LOURENÇO, E. J.; CATUTANI, A. T. Purification and properties of pectinesterase from papaya. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 35, p. 1120-1127, 1984.

MAcKINANEY, G. Absorption of light by chlorophyll solutions. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 140, n. 2, p. 315-323, 1941.

MAJUNDER, K.; MAZUMDAR, B. C. Changes of pectic substances in developing fruits of cape-gooseberry (*Physalis peruviana* L.) in relation to the enzyme activity and evolution of ethylene. **Scientia Horticulturae**, v. 96, p. 91-101, 2002.

MALIS-ARAD.; S.; DIDI, S.; MIZRAHI,Y.; KOPELIVITCH,E. Pectic substances in soft and firm tomato cultivars. **Journal of Horticultural Science**, Ashford,v. 58, n. 1, p. 111-116, 1983.

MANRIQUE, G. D.; LAJOLO, F. M. FT-IR spectroscopy as a tool for measuring degree of methyl esterification in pectins isolated from ripening papaya fruit. **Postharvest Biology and Technology,** Amisterdam, v. 25, p. 99-107, 2002.

MANRIQUE, G. D.; LAJOLO, F. M. Cell-wall polysaccharide modifications during postharvest ripening of papaya fruit (*Carica papaya* L.). **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 33, p. 11–26, 2004.

MATILE, P.; HORTENSTEINER, S.; THOMAS, H. Chlorophyll Degradation. **Annual Review Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 50, p. 67-95, 1999.

McCOLLUM, T. G.; HUBER,D. J.; CANTLIFE, D. J. Modification of polyuronides and hemicelluloses during muskmelon fruit softening **Pyisiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 76, n. 3, p. 303-308, mai. 1989.

McMURCHIE, E. J.; McGLASSON, W. B.; EAKS, I. L. Treatment of fruit with propylene gives information about the biogenesis of ethylene. **Nature,** London, v. 237, n. 5352, p. 235-236, 1972.

MEDINA, B. F.; MAIA NETO, J. M. **Probabilidades de precipitação para a estação chuvosa do Estado do Rio Grande do Norte.** Mossoró, ENA/ESAM, 1989. 47 p. (Boletim Técnico-Científico, 010).

MELLO, A. M. **Efeito de inibidores da síntese e da ação do etileno em pêssegos cv. Eldorado sob refrigeração**. 2005. 50 f. Tese (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2005.

MENDONÇA, V. **Fruticultura Tropical:** importância da fruticultura, poda das frutíferas, propagação de frutíferas. 1. ed. Mossoró: Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2009. 563 p.

MIR, N. A.; PEREZ, R.; SCHWALLIER, P.; BEAUDRY, R. M. Relationship between ethylene response manipulation and volatile production in Jonagold variety apples. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 47, p. 2653-2659, 1999.

MOSCA, J. L. **Conservação pós-colheita de frutos do mamoeiro(Carica papayaL) 'improved Sunrise Solo line 72/12', com utilização de filmes protetores e cera, associados a refrigeração**. 1992. 91 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, SP, 1992.

MOURA, P. A. M. de; RESENDE, L. M. A. Aspectos econômicos da cultura do mamoeiro. **Informe Agropecuário,** Belo Horizonte, v. 12, n. 134, p. 3-7, 1986.

OELLER, P. W. et al. Reversible inhibition of tomato fruit senescence by antisense RNA. **Science**, London, v. 254, p. 437-439, 1991.

OLIVEIRA, M. A. B. **Variações de algumas características fisiológicas dos frutos de mamoeiro (*Carica papaya* L.) em função de diferentes épocas de colheita**. 1999. 73 f. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Norte do Fluminense, Campos dos Goytacazes-RJ, 1999.

OLIVEIRA JÚNIOR, L. F. G. **Conservação pós-colheita de mamão (*Carica papaya* L.) utilizando atmosfera modificada em diferentes temperaturas de armazenamento**. 2002. 82f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes-RJ, 2002.

OLIVEIRA, M. A. B.; VIANNE, R.; SOUZA, G. de; ARAÚJO, T. M. de R. Caracterização do estádio de maturação do papaia 'golden' em função da cor. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 24, n. 2, p. 559-561, 2002.

OWINO, W. O.; NAKANO, R.; KUBO, Y.; INABA, A. Alterations in cell wall polysaccharides during ripening in distinct anatomical tissue regions of the fig (*Ficus carica* L.) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 32, p. 67–77, 2004.

PÁDUA, T. de. Fisiologia pós-colheita, maturação controlada e armazenamento do mamão. **Informe Agropecuário.** Belo Horizonte, v. 12, n. 134, p. 59-62, 1986.

PAIVA, E, P de. **Constituintes da parede celular de duas cultivares de mamão: influência do estádio de maturação**. 2008. 89f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2008.

PANTASTICO, Er. B.; MATTOO, A. K.; PHAN, C. T. Acción del etileno en la maduracion. In: PANTASTICO, Er. B**. Fisiologia de la Postrecoleccion, Manejo y Utilización de Frutas y Hortalizas Tropicales y Subtropicales**. p. 99-110, 1975.

PAL, D. K.; SELVARAJ, Y. Biochemistry of papaya (*Carica papaya* L) fruit ripening: changes in RNA, DNA, protein and enzymes of mitochondrial, carbohydrate, respiratory and phosphate metabolism. **Journal of Horticultural Sience**, v. 62, p. 117-124, 1987.

PAULL, R. E. Pineapple and papaya. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. (Eds.) **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. p. 291-323.

PAULL, R. E. Ripening behaviour (*Carica papaya* L.) exposed to gamma irradiation. **Postharvest Biology and Tecnology**. Amsterdam, v. 7, n. 4, p.359-370, 1996.

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.; CHEN, N. J. Minimal processing of papaya (*Carica papaya* L) and the physiology of halved fruit. **Postharvest Biology and Tecnology**, Amsterdam, v. 12, n. 1, p. 93-99, 1997.

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

PEREIRA, M. E. C.; SILVA, A. S.; SANTOS, D. B.; SANTOS, S. B.; BISPO, A. S. R.; SANTOS, V. J. Amadurecimento de mamão formosa com revestimento comestível à base de fécula de mandioca. **Ciência Agrotécnica,** Lavras, v. 30, n. 6, p. 1116-1119, 2006.

PETRI, J. L.; LEITE, G. B. Efeito do AVG sobre o comportamento de frutos da macieira, In: ENCONTRO NACIONAL DE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO - ENFRUTE, 2., 1999, Fraiburgo. **Anais...** Caçador: EPAGRI, 1999. p. 57-63.

PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; ARGENTA, L. C. Eficácia do tratamento de AVG no controle da queda e maturação dos frutos de maçã, cultivar Imperial Gala. **Revista Brasileira de Fruticultura,** v. 29, n. 2, p. 239-244, 2007.

QUEIROZ, R. F. **Desenvolvimento de mamão Formosa "Tainung 01" cultivado em Russas-CE**. 2009. 62 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, 2009.

RAGONHA, E. Estudos do mercado interno visando a comercialização do mamão (*Carica papaya* L.) dos grupos solo e formosa. **Toda Fruta**. Disponível em: http:///www.todafruta.com.br. Acesso em: 3 set. 2009.

RANDO, R. R. Chemistry and enzymology of K_{cat} inhibitors. **Science**. v. 185. n. 4148. p. 320-324. 1974.

REID, M. S. Ethylene in Postharvest Technology. In: KADER, A. A. (Eds.) **Posthavest technology of horticultural crops**. California: University of California, 2002. p. 149-162.

REIS SILVA, J. R.; MEDINA, V. M. Alterações bioquímicas durante o desenvolvimento do fruto do mamoeiro 'Sunsire Solo'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 19, n. 2, p. 149-158, 1997.

RHODES, M.J.C. The maturation and ripening of fruits. In: Thimann, K. V. (Eds.), **Senescence in Plants** CRC Press, Boca Raton, Flórida, p. 157-205, 1980.

RIBEIRO, M. D. **Utilização de 1-Metilciclopropeno (1-MCP) na Conservação pós-colheita do mamão 'Formosa' Tainung 01**. 2005. 51 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró-RN, 2005.

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

ROMANI, R.; LABAVITCH, J.; YAMASHITA, T.; HESS, B.; RAE, H. Pre-harvest aminoethoxyvinyl glycine treatment of cultivar Bartlett pear fruits: effects on ripening color change and volatiles. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 108, n. 6, p. 1046-1049, 1983.

SALTIVEIT, M. E. Effect of ethylene on quality of fresh fruits and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**. v. 15, p. 279-292, 1999**.**

SALTVEIT, M. E. Physical and physiological changes in minimally processed fruits and vegetables. In: TOMÁS-BARBERÁN, F. A.; ROBINS, R. J. (Eds.), **Phytochemistry of fruit and vegetables**. London: Oxford University Press, 1997. p. 205-220.

SECEX. **Secretaria de Comércio Exterior**. Disponível em: <http://www2.desenvolvimento.gov.br/sitio/secex/secex/competencia.php>. Acesso em: 28 ago. 2009.

SELVARAJ, Y.; PAL, D. K.; SUBRAMANYAN, M. D.; IYER, G. P. A. Changes in the chemical composition of four cultivares of papaya (*Carica papaya* L) during growth and development. **Journal of Horticultural Science**, v. 57, p. 135-143, 1982.

SENTANIN, M. A.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Teores de carotenóides em mamão e pêssego determinados por cromatografia líquida de alta eficiência. **Ciência e Tecnologia de Alimentos,** Campinas, v. 27, n. 1, p. 13-19, 2007.

SETIAWAN, B.; SULAEMAN, A.; GIRAUD, D. W.; DRISKELL, J. A. Carotenoid content of selected Indonesian fruits. **Journal of food composition and analysis**, v. 14, p. 169-166, 2001.

SHELLIE, K. C. Muskmelon (*Cucumis melo* L.) fruit ripening and postharvest quality after a preharvest spray of aminoethoxyvinylglycine. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 17, n. 1, p. 55-62, Sept. 1999.

SHETTY, S. R.; DUBASH, P. J. Relationship of pectin content of papaya fruit to its firmness and maturity. **Indian Food Packer**. v. 28, p. 14-16, 1974.

SILVA, E de. O. Efeito da Embalagem Plástica e da Temperatura sobre a Qualidade Pós- Colheita do Mamão. Tese (Mestrado em Fitotecnia) - Viçosa, MG, UFV, 1995.

SILVA, M. G.; OLIVEIRA, J. G.; CAMPOSTRINI, E.; VITORIA, A. P.; SANTOS, E. O.; CORRÊA, S. F.; CAVALLI, A.; PEREIRA, M. G.; VARGAS, H. Relação entre a coloração e a taxa de emissão de etileno em frutos de mamão (*Carica papaya* L.) durante o amadurecimento. In: II REUNIÃO DE PESQUISA DO FRUTIMAMÃO (Editor) OLIVEIRA, J. G. p. 247-254. 2004.

SIMÃO, S. Mamão. In: SIMÃO, S. **Tratado de Fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, v. 1, 1998. p. 541-575.

SISLER, E.C.; SEREK, M.; DUPILLE, E. Comparison of cyclopropene, 1 methylcyclopropene, and 3,3-dimethylcyclopropene as ethylene antagonists in plants. **Plant Growth Regul**, v. 18, p. 169–174. 1996.

SOH, C. P.; ALI, Z. M.; LAZAN, H. Characterisation of na α-galactosidase with potential relevance to ripening related texture changes. **Phytochemistry**, v. 67, p. 242-254, 2006.

SOUZA, G. **Características físicas, e sensoriais do fruto de cinco cultivares de mamoeiro (*Carica papaya* L.) produzidas em Macaé-RJ**. 1998. 68f. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes-RJ, 1998.

SOUZA, L. M. de. **Algumas caracteristicas 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**. 2004. 103f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes-RJ, 2004.

SOUZA, B. S.; DURIGAN, J. F.; DONADON, J. R.; TEIXEIRA, G. H. A. Conservação de mamão 'Formosa'minimamente processado armazenado sob refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 27, n. 2, p. 273-276, ago. 2005.

SOZZI, G. O.; CAMPERI, S. A.; CASCONE, O.; FRASQUINA, A. A. Galactosidases in tomato fruit ontogeny: decreased galactosidase activities in antisence ACC synthase fruit ripening and reversal with exogenous ethylene .**Australian Journal of Plant Physiology**. v. 25, p. 237-244, 1998.

STEFFENS, C. A. **Maturação e qualidade de maçãs "Gala" e "Fuji", com aplicação pré-colheita de aminoetoxivinilglicina e ethephon**. 2003. 88f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

STEFFENS, C. A.; GIEHL, R. R. H.; BRACKMANN, A. Maçã "Gala" armazenada em atmosfera controlada e tratada com aminoetoxivinilglicina e ethephon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 40, n. 9, p. 837-843, set. 2005.

STEFFENS, C. A.; GUARIENTE, A. J. W.; STORCK, L.; BRACKMANN, A. Maturação da maçã 'Gala' com a aplicação pré-colheita de aminoetoxivinilglicina e ethephon. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.2, p.434-440, 2006.

STEFFENS, C. A.; AMARANTE, C. V. T.; CHECHI, R.; SILVEIRA, J. P. G.; BRACKMAN, A. Aplicação pré-colheita de reguladores vegetais visando retardar a maturação de ameixas "Laetítia". **Ciência Rural,** Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1369-1373, ago. 2009.

THEOLOGIS, A.; ZAREMBISKI, T. I.; OELLER, P. W.; LIANG, X. ; ABEL, S. Modification of fruit ripening by suppressing gene expression. **Plant Physiology**, v. 100, p. 549-555, 1992.

TERRA, N. N.; GARCIA, E.; LAJOLO, F. M. Starch-sugar transformation during banana ripening: the behavior of UDP glucose pyrosphosphosrylase, sucrose syntase and invertase. **Journal Food Science**, v. 48 p. 1097-1100, 1983.

THOMAS, C.; BEYERS, M. Gamma irradiation of subtropical fruits. III. A comparison of the chemical changes occurring during normal ripening of mangoes and papaya with changes produced by gamma irradiation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 27, p. 157–163, 1979.

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

USDA. USA. Departament of Agriculture, National Nutrient, database for standard reference, Release 17. 2004. Disponível em: <www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/index.html>. Acesso em: 10 out. 2009.

VREBALOV, J.; RUEZINSKY, D.; PADMANBHAN, V.; WHITE, R.; MEDRANO, D.; DRAKE, R.; SCHUCH, W.; GIOVANNONI, J. A MADS-Box gene necessary for fruit ripening at the tomato ripening-inibidor (Rin) locus. **Science**, London, v. 296, p. 343-346, 2002.

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.

WACLAWOVSKY, A. J.; BRACKMANN, A. Comportamento pós-colheita de maçãs cv. Gala, tratadas em pré-colheita com naftaleno-acetoamida(NAAm) e aminoetoxivinilgliciona (AVG) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISIOLOGIA VEGETAL, 8, Ilhéus, 2001. **Resumos...** Ilhéus, SBFV, 2001, p. 126.

WACLAWOVSKY, A. J. **Controle da maturação de maçãs (*Malus domestica* Borkh.) cv. Gala, com aplicação pré-colheita de aminoetoxivinilglicina (AVG)**. 2001. 134f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2001.

WALSH, C, S.; FAUST, M. AVG increases the yield young "Delicious" apple trees, **HortScience**, Alexandria, v. 17, n. 3, p. 370-372, 1982.

WANG, Z.; DILLEY, D. R. Aminoethoxyvinylglycine, combined with ethephon, can enhance red color development without over-ripening apples. **HortScience**, Alexandria, v.36, p.328-331, 2001.

WILBERG, V. C.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. HPLC Quantitation of major carotenoids of fresh and processed guava, mango and papaya. **Lebens. Wissen. Technol**., v. 28, p. 474-480, 1995.

WILLIAMS, M. W. Retention of fruit firmness and increase in vegetative growth and fruit set of apple with aminoethoxyvinylglycine. **HortScience**, Alexandria, v. 15, n. 1, p. 76-77, 1980.

WILLS, R. B. H.; KU, V. V. V. Use of 1-MCP to extend the time to ripen of green tomatoes and postharvest life of ripe tomatoes. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 26, n. 1, p. 85-90, 2002.

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.

YAMAMOTO, H. Y. Comparison of the carotenoids in yellow and red-fleshed *Carica papaya*. **Nature**, London, v. 201, p. 1049-1050, 1964.

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. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 27, n. 2, p. 314-316, 2005.

YANG, S. F.; HOFFMAN, N. E. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 35, p. 155-189, 1984.

YANG, S. F. Biosynthesis and action of ethylene. **HortScience**, Alexandria, v. 20, n. 1, p. 41-45, 1985.

YASHODA, H. M.; PRABHA, T. N.; THARANATHAN, R. N. Mango ripening-chemical and structural characterization of pectic and hemicellulosic polysaccharides. **Carbohydrate Research,** v. 340, p. 1335-1342, 2005**.**

YUAN, R.; CARBOUGH, D. H. Effects of ANA, AVG, and 1-MCP on Ethylene Biosynthesis, Preharvest fruit drop, fruit maturity and quality 'Golden Delicious' apples. **HortScience**. v. 42, n. 1, p. 101-105, 2007.

YU, Y. B.; ADAMS, D. O.; YANG, S. F. 1-aminocyclopropano-carboxilate synthase, a key enzyme in ethylene biosynthesis. **Arch. Biochem. Biophys**, v. 198, p. 280-286, 1979.

ZHANG, L. X.; PAULL, R. E. Ripening Behavior of papaya genotyps. **HortScience**, Alexandria, v. 25, p. 454-455, 1990.

ZHOU, L.; PAULL, R. E. Sucrose metabolism during papaya (*Carica papya* L) fruit growth and ripening. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 126, p. 351-357, 2001.

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo