



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS**

**FISIOLOGIA E CONSERVAÇÃO PÓS COLHEITA DE MAMÃO 'GOLDEN'
TRATADO COM 1-METILCICLOPROPENO EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE
MATURAÇÃO**

AYZA DE MEDEIROS PEIXOTO

**JOÃO PESSOA - PB
2008**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS**

**FISIOLOGIA E CONSERVAÇÃO PÓS COLHEITA DE MAMÃO 'GOLDEN'
TRATADO COM 1-METILCICLOPROPENO EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE
MATURAÇÃO**

AYZA DE MEDEIROS PEIXOTO

**JOÃO PESSOA - PB
2008**

**FISIOLOGIA E CONSERVAÇÃO PÓS COLHEITA DE MAMÃO 'GOLDEN'
TRATADO COM 1-METILCICLOPROPENO EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE
MATURAÇÃO**

AYZA DE MEDEIROS PEIXOTO

**FISIOLOGIA E CONSERVAÇÃO PÓS COLHEITA DE MAMÃO 'GOLDEN'
TRATADO COM 1-METILCICLOPROPENO EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE
MATURAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal da Paraíba, Campus I, João Pessoa, em cumprimento às exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal.

ORIENTADOR: Prof. Silvanda de Melo Silva Ph.D

**JOÃO PESSOA – PB
2008**

Ficha Catalográfica elaborada na Divisão de Processamentos Técnicos /Seção de catalogação e classificação da Biblioteca Central de João Pessoa-PB, CAMPUS I/UFPB

P379f Peixoto, Ayza de Medeiros.
Fisiologia e conservação pós-colheita de mamão 'golden' tratado com 1-metilciclopropeno em diferentes estádios de maturação / Ayza de Medeiros Peixoto.- João Pessoa, 2008.
165p: il.

Dissertação (Mestrado) – UFPB/CT
Orientadora: Silvanda de Melo Silva.

1. Tecnologia de Alimentos. 2. Mamão Golden – Fisiologia – Conservação. – 3. Carica papaya. 4. 1-metilciclopropeno. 5. Mamão Golden – armazenamento refrigerado.

UFPB/BC

CDU: 664.043)

AYZA DE MEDEIROS PEIXOTO

**FISIOLOGIA E CONSERVAÇÃO PÓS COLHEITA DE MAMÃO 'GOLDEN'
TRATADO COM 1-METILCICLOPROPENO EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE
MATURAÇÃO**

APROVADA EM, / /

BANCA EXAMINADORA

**Prof. Silvanda de Melo Silva, Ph.D. - CCA/UFPB
- Orientador -**

**Pesq. Ricardo Elesbão Alves, D. Sc.
EMBRAPA AGROINDÚSTRIA TROPICAL
- Examinador -**

**Prof. Heinz Johann Holschuh, D.Sc –CT/UFPB
- Examinador -**

JOÃO PESSOA – PB

2008

A minha família, especialmente aos meus pais ,Antônio Cavalcanti Peixoto e Maria da Luz de Medeiros Peixoto, por todo amor e, pelo belo fato de serem a minha família!

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente ao nosso Pai, Deus de amor, bondade, misericordioso, manso e humilde de coração por todas as obras que me tem concedido e por sua eterna presença em minha vida;

Aos meus pais, Antônio Cavalcanti Peixoto e Maria da Luz de Medeiros Peixoto (Minha Santa), pela compreensão, confiança, apoio e incentivo Amo vocês!!!!

Aos meus irmãos, Mylton, Ylton, Novinho, Maninho, Haroldo, Aninha, Vânia e Andréa e em especial Aydê por serem anjos de luz na minha vida, por todo apoio e confiança que sempre tiveram em mim, e por estarem presentes nos momentos mais difíceis da minha vida, sempre me reerguendo me incentivando. Obrigada por serem minha família!

A Têssio, por compartilhar vários momentos desta etapa comigo, por sua presença em minha vida, apoio e compreensão;

A minha orientadora Prof. Silvanda de Melo Silva PhD, por tudo que aprendi;

Às pessoas maravilhosas que conheci durante o mestrado Michelle, Vanessa, Juan, meu amigo Robson Mascrenhas, por sua amizade sincera, batalha por seus ideais, exemplo de ser humano;

À minha mais recente grande amiga Valéria, amiga de todas as horas, irmã de coração, forte, compaheira; Agradeço a Deus por nossa amizade;

Aos amigos João Bezerra, Edna Santana, Artenisa, e Gi, por todo o apoio e boa vontade em ajudar;

Aos colegas do Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita (CCA)-Areia-PB: Dalmo, Maíra, Lucicléia, Erivelton e Fabiano que me acolheram no novo ambiente de trabalho. E especialmente a Laésio, por tudo que me ensinou, por sua determinação, conselhos e dedicação à ciência e pela pessoa maravilhosa que sempre foi comigo;

Aos estagiários, Graça, Francisco e George, que se comprometeram de verdade na realização dos experimentos.

A todos os professores do programa de pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, em especial Pushkar Singh Bora, professor que tenho toda uma admiração e Heinz,

A CAPES pela bolsa de estudos concedida;

A Empresa Doce Mel que deu todo o suporte para a realização deste trabalho

À UFPB, ao excelente coordenador do programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Marcelino Cavalheira e ao querido secretário Humberto Bandeira, por sua competência em seu ofício, pela atenção, apoio, amizade, sempre disposto a nos ajudar;

Enfim, a todos aqueles que colaboraram de alguma forma para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos!!

SUMÁRIO

| | |
|--|-------|
| LISTA DE TABELAS..... | xi |
| LISTA DE FIGURAS..... | xi |
| RESUMO..... | xxii |
| ABSTRAT..... | xxiii |
| CAPÍTULO I | 1 |
| 1. INTRODUÇÃO GERAL..... | 2 |
| 2. OBJETIVOS..... | 5 |
| 2.1 Geral..... | 5 |
| 2.2 Específicos..... | 5 |
| 3. REFERENCIAL TEÓRICO..... | 6 |
| 3.1. O mamão..... | 6 |
| 3.1.1. Centro de Origem e sua Dispersão Mundial..... | 6 |
| 3.1.2. Grupo e Variedade | 8 |
| 3.1.3. Importância no Agronegócio..... | 9 |
| 3.2 Metabolismo do Mamão..... | 11 |
| 3.2.1 Fisiologia da Maturação, Colheita e Pós-colheita do Mamão | 14 |
| 3.2.2 Etileno..... | 14 |
| 3.4 Pós-colheita do Mamão..... | 17 |
| 3.4.1 Tratamento Hidrotérmico..... | 18 |
| 3.4.2. Recobrimento com Ceras..... | 19 |
| 3.4.3 1- Metilciclopropeno (1 – MCP)..... | 20 |
| 3.4.4 Respostas Fisiológicas e Bioquímicas a 1-Metilciclopropeno..... | 22 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 27 |
| | |
| CAPITULO II-- QUALIDADE E FISIOLOGIA DE MAMÃO ‘GOLDEN’ TRATADO COM 1-MCP EM TRÊS ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO..... | 36 |
| RESUMO..... | 37 |
| ABSTRACT..... | 38 |
| 1.INTRODUÇÃO..... | 39 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS..... | 41 |
| 2.1. Instalação e Condução do Experimento..... | 41 |
| 2.2. Avaliações..... | 47 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 50 |
| 3.1. Produção de CO ₂ dos Frutos..... | 50 |
| 3.2 Concentrações de CO ₂ e O ₂ em Mamão Embalado com Filme de PVC..... | 51 |
| 3.3. Peso Fresco, Comprimento, Diâmetro e Componentes do Fruto... | 52 |
| 3.4 Firmeza..... | 56 |
| 3.5. Sólidos Solúveis (SS) | 58 |
| 3.6 Acidez Titulável (AT)..... | 59 |
| 3.7. pH..... | 61 |
| 3.8 Relação SS/AT..... | 61 |
| 3.9 Ácido Ascórbico | 62 |
| 3.10 Açúcares Redutores (AR), Não Redutores (ANR), e Solúveis totais (AST)..... | 64 |
| 3.11 Clorofila Total..... | 65 |
| 3.12 Carotenóides Totais..... | 66 |

| | |
|---|------------|
| 3.13 Coloração da Casca | 67 |
| 4. CONCLUSÃO..... | 71 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 72 |
| CAPÍTULO III-QUALIDADE DE MAMÃO 'GOLDEN' TRATADO COM 1-MCP EM TRÊS ESTÁDIO DE MATURAÇÃO E ARMAZENADOS SOB REFRIGERAÇÃO..... | 77 |
| RESUMO..... | 78 |
| ABSTRACT..... | 79 |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 80 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS..... | 82 |
| 2.1. Instalação e Condução do Experimento..... | 82 |
| 2.2 Avaliações..... | 87 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 90 |
| 3.1 Sólidos Solúveis (SS) | 90 |
| 3.2 Acidez Titulável (AT)..... | 92 |
| 3.3 Relação SS/AT | 95 |
| 3.4 pH..... | 97 |
| 3.5 Ácido ascórbico | 99 |
| 3.6 Clorofila total | 100 |
| 3.7 Carotenóide Total | 103 |
| 3.8 Açúcares Redutores (AR) | 105 |
| 3.9 Açúcares Não Redutores (ANR) | 107 |
| 3.10 Cor da casca (L*, a*, b)..... | 109 |
| 4. CONCLUSÃO..... | 113 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 114 |
| | |
| CAPÍTULO IV- CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MAMÃO 'GOLDEN' TRATADO COM 1-METILCICLOPROPENO EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO..... | 119 |
| RESUMO..... | 120 |
| ABSTRACT..... | 121 |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 122 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS..... | 123 |
| 2.1. Instalação e Condução do Experimento..... | 123 |
| 2.2 Avaliações..... | 129 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 132 |
| 3.1 Firmeza..... | 132 |
| 3.2 Perda de Massa..... | 135 |
| 3.3 Açúcares Solúveis Totais (AST)..... | 137 |
| 3.4 Cor da casca..... | 139 |
| 3.5 Cor da casca (c*, H*)..... | 141 |
| 3.6 Incidência de Podridão..... | 144 |
| 3.7 Número de Frutos Comercializáveis..... | 146 |
| 3.8 Aparência Geral (1-9)..... | 148 |
| 4. CONCLUSÃO..... | 152 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 153 |
| ANEXOS..... | 158 |

LISTA DE TABELAS

| | | Pág. |
|---------------------|---|------|
| CAPITULO I | | |
| Figura 1. | Produção (t), área colhida (ha) e produtividade (t/ha), mundial e dos principais países produtores de mamão, em 2005..... | 9 |
| Figura 2. | Principais Estados produtores de mamão no Brasil em 2005..... | 11 |
| CAPITULO II | | |
| Figura 1. | Descrição dos Estádios de maturação, de acordo com a cor da casca, de mamão 'Golden' proveniente da Zona da Mata Paraibana (MAMANGUAPE-PB, 2008)..... | 45 |
| Figura 2. | Tratamentos aplicados em mamão 'Golden' oriundo da Zona da Mata Paraibana (MAMANGUAPE-PB, 2008)..... | 46 |
| CAPITULO III | | |
| Figura 1. | Descrição dos Estádios de maturação, de acordo com a cor da casca, de mamão 'Golden' proveniente da Zona da Mata Paraibana (AREIA-PB, 2008)..... | 86 |
| Figura 2. | Tratamentos aplicados em mamão 'Golden' oriundo da Zona da Mata Paraibana (MAMANGUAPE-PB, 2008)..... | 87 |
| CAPITULO IV | | |
| Figura 1. | Descrição dos Estádios de maturação, de acordo com a cor da casca, de mamão 'Golden' proveniente da Zona da Mata Paraibana (MAMANGUAPE-PB, 2008)..... | 127 |
| Figura 2. | Tratamentos aplicados em mamão 'Golden' oriundo da Zona da Mata Paraibana (MAMANGUAPE-PB, 2008)..... | 128 |

LISTA DE FIGURAS

| | | Pág. |
|------------------|--|------|
| Figura 1. | Mapa mundi com representações dos prováveis centros de origem do mamoeiro..... | 6 |

| | | |
|------------------|--|----|
| Figura 2. | Localização dos principais países produtores de mamão: Brasil (1); Nigéria (2); Índia (3); México (4); Indonésia (5); Congo (6); Peru (7); China (8); Tailândia (9) e Colômbia (10)..... | 10 |
| Figura 3. | Diferentes estágios do ciclo vital dos frutos relacionados com a intensidade respiratória para produtos climatéricos e não-climatéricos (BIALE, YOUNG, 1981)..... | 13 |
| Figura 4. | Via biossintética e fatores promotores e inibidores da síntese do etileno. Adaptado de Abeles <i>et al.</i> (1992)..... | 15 |
| Figura 5. | Mecanismo simplificado de ação do etileno (KADER, 2003)..... | 16 |
| Figura 6. | Ligação da molécula de etileno a seu respectivo receptor Adaptado de Blankenship (2001)..... | 24 |
| Figura 7. | Ligação da molécula de 1-MCP ao receptor de etileno. Adaptado de Blankenship (2001)..... | 24 |

CAPITULO II

| | | |
|------------------|--|----|
| Figura 1. | Escalas visuais de maturação dos mamões 'Golden' (System Approach)..... | 41 |
| Figura 2. | Fluxograma das etapas do preparo de mamão 'Golden' no packinghouse tratados com 1-MCP..... | 42 |
| Figura 3. | Mamão 'Golden' nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4)..... | 44 |
| Figura 4. | Respiração dos frutos e determinação da respiração..... | 47 |
| Figura 5. | Taxa respiratória de mamão Golden' tratado (1-MCP) e não tratado (controle) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), após 36 horas do tratamento com 1-MCP, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4), durante o armazenamento sob condições ambientes (25 ± 1 °C e $84 \pm 2\%$ UR) (AREIA-PB, 2008)..... | 51 |
| Figura 6. | Taxa respiratória sob atmosfera modificada (AM) de mamão 'Golden' tratado ((+)1-MCP) e não tratados ((-)1MCP), com 1-metilciclopropeno (1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4), durante 6 dias de armazenamento sob AM por filme de PVC (13 cm de espessura) e sob condições ambientes (25 ± 1 °C e 84 ± 2 UR). Estádios E2 e E3 (50 nL.L^{-1}) e E4 (500 nL.L^{-1}) (AREIA, 2008)..... | 52 |

- Figura 7.** Valores médios de peso fresco (g) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP) , após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno (1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹) (AREIA – PB, 2008)..... 53
- Figura 8.** Valores médios de polpa (%) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratados ((-)1MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno 1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹) (AREIA – PB, 2008) 54
- Figura 9.** Valores médios de diâmetro (cm) e comprimento (cm) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratados ((-)1MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno 1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹) (AREIA – PB, 2008)..... 55
- Figura 10.** Valores médios de casca (%) e semente (%) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratados ((-)1MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno 1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹) (AREIA – PB, 2008)..... 56
- Figura 11.** Valores médios de Firmeza (N) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratados ((-)1MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno 1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹) (AREIA – PB, 2008)..... 57
- Figura 12.** Valores médios de sólidos solúveis (SS) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno 1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹) (AREIA – PB, 2008)..... 58
- Figura 13.** Valores médios de Acidez Titulável (AT) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno 1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4) Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹) (AREIA – PB, 2008)..... 60

- Figura 14.** Valores médios de pH de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno 1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4) Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹) (AREIA – PB, 2008)..... 61
- Figura 15.** Valores médios da Relação SS/AT de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno 1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹) (AREIA – PB, 2008)..... 62
- Figura 16.** Valores médios de Ácido ascórbico (µg.100g⁻¹) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno 1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4)). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹) (AREIA – PB, 2008)..... 63
- Figura 17.** Valores médios de AR (açúcares redutores), ANR (açúcares não redutores) e AST (açúcares solúveis totais) em g.100g⁻¹ de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno 1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹) (AREIA – PB, 2008)..... 64
- Figura 18.** Valores médios Clorofilas totais (mg.100g⁻¹) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno 1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹) (AREIA – PB, 2008)..... 65
- Figura 19.** Valores médios de Carotenóides totais (mg.100g⁻¹) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno 1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4) . Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹) (AREIA – PB, 2008)..... 66
- Figura 20.** Cor da casca (L*) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno (1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹) (AREIA – PB, 2008)..... 67

| | | |
|-------------------|---|----|
| Figura 21. | Cor da casca (a*) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno (1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L ⁻¹) e E4 (500 nL.L ⁻¹) (AREIA – PB, 2008)..... | 68 |
| Figura 22. | Cor da casca (b*) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno (1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L ⁻¹) e E4 (500 nL.L ⁻¹) (AREIA – PB, 2008)..... | 68 |
| Figura 23. | Cor da casca (c*) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno (1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L ⁻¹) e E4 (500 nL.L ⁻¹) (AREIA – PB, 2008)..... | 69 |
| Figura 24. | Cor da casca (H*) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno (1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L ⁻¹) e E4 (500 nL.L ⁻¹) (AREIA – PB, 2008)..... | 70 |

CAPITULO III

| | | |
|------------------|---|----|
| Figura 1. | Escalas visuais de maturação dos mamões 'Golden'(System Approach)..... | 82 |
| Figura 2. | Fluxograma das etapas do preparo de mamão 'Golden' no packinghouse tratados com 1-MCP e armazenamento..... | 84 |
| Figura 3. | Mamão 'Golden' nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4)..... | 85 |
| Figura 4. | Teores de sólidos solúveis (SS) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L ⁻¹) e E4 (500 nL.L ⁻¹) (AREIA – PB, 2008)..... | 91 |

- Figura 5.** Acidez titulável- AT (% de ácido cítrico) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹) (AREIA – PB, 2008)..... 93
- Figura 6.** Relação SS/AT de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹) (AREIA – PB, 2008)..... 96
- Figura 7.** pH de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹) (AREIA – PB, 2008)..... 98
- Figura 8.** Ácido ascórbico (mg.100g⁻¹) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹) (AREIA – PB, 2008)..... 100
- Figura 9.** Clorofila total (µg.100g⁻¹) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹) (AREIA – PB, 2008)..... 101
- Figura 10.** Carotenóide total (mg.100g⁻¹) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹) (AREIA – PB, 2008)..... 104

| | | |
|-------------------|--|-----|
| Figura 11. | Açúcares Redutores (AR) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L ⁻¹) e E4 (500 nL.L ⁻¹) (AREIA – PB, 2008)..... | 106 |
| Figura 12. | Açúcares Não Redutor (ANR) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L ⁻¹) e E4 (500 nL.L ⁻¹) (AREIA – PB, 2008)..... | 108 |
| Figura 13. | Cor da Casca L* de mamão tratado((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L ⁻¹) e E4 (500 nL.L ⁻¹) (AREIA – PB, 2008)..... | 110 |
| Figura 14. | Cor da Casca a* de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L ⁻¹) e E4 (500 nL.L ⁻¹) (AREIA – PB, 2008)..... | 111 |
| Figura 15. | Cor da Casca b* de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L ⁻¹) e E4 (500 nL.L ⁻¹) (AREIA – PB, 2008)..... | 112 |

CAPITULO IV

| | | |
|------------------|---|-----|
| Figura 1. | Escalas visuais de maturação dos mamões ‘Golden’ (System Approach)..... | 123 |
| Figura 2. | Fluxograma das etapas do preparo de mamão ‘Golden’ no | |

| | | |
|------------------|--|-----|
| | packinghouse tratados com 1-MCP e armazenamento..... | 125 |
| Figura 3 | Mamão 'Golden' nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4)..... | 126 |
| Figura 4. | Firmeza (N) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L ⁻¹) e E4 (500 nL.L ⁻¹) (AREIA – PB, 2008)..... | 133 |
| Figura 5. | Perda de massa (%) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L ⁻¹) e E4 (500 nL.L ⁻¹) (AREIA – PB, 2008)..... | 136 |
| Figura 6. | Teor de Açúcares Solúveis Totais (AST) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L ⁻¹) e E4 (500 nL.L ⁻¹) (AREIA – PB, 2008)..... | 138 |
| Figura 7. | Evolução da Cor (1-7) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L ⁻¹) e E4 (500 nL.L ⁻¹) (AREIA – PB, 2008)..... | 140 |
| Figura 8. | Cor da Casca c* de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L ⁻¹) e E4 (500 nL.L ⁻¹) (AREIA – PB, 2008)..... | 142 |

- Figura 9.** Cor da Casca H^* de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹) (AREIA – PB, 2008)..... 143
- Figura 10.** Incidência de podridão (%) em mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 25°C (após transferência da refrigeração a 11°C por 16 dias), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹) (AREIA – PB, 2008)..... 145
- Figura 11.** Podridões e lesões em frutos de mamão ‘Golden’ no estádio de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2) tratados com 1-metilciclopropeno (SF) após 28 dias de armazenamento sob condições ambientes..... 146
- Figura 12.** Podridões e lesões em frutos de mamão ‘Golden’ no estádio de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2) não tratados com 1-metilciclopropeno (CT) após 28 dias de armazenamento sob condições ambientes..... 146
- Figura 13.** Percentual de frutos comercializáveis de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 25°C (após transferência da refrigeração a 11°C por 16 dias), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹) (AREIA – PB, 2008)..... 47
- Figura 14.** Aparência Geral (1-9) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹) (AREIA – PB, 2008)..... 150
- Figura 15.** Aparência Geral (1-9) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C, aos 22 dias (P7) de armazenamento a 25°C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E1), 25 a 40% amarela (E2) e 40 a 55% amarela (E3). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹)

| | |
|----------------------|-----|
| (AREIA–PB,2008)..... | 151 |
|----------------------|-----|

Anexos

| | | |
|------------------|--|-----|
| Tabela 1A | Quadrados médios das análises de variância para as características peso fresco, % polpa, diâmetro, comprimento, % casca, %sementes e firmeza de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-) 1MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno (1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádio E2 e E3 (50 nL.L ⁻¹) e E4 (500nL.L ⁻¹)... | 159 |
| Tabela 1B | Quadrados médios das análises de variância para as características sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), pH, SS/AT, ácido ascórbico (AA), açúcares redutores, açúcares não redutores e açúcares solúveis totais de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-) 1MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno (1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádio E2 e E3 (50 nL.L ⁻¹) e E4 (500nL.L ⁻¹).Estádio E2 e E3 (50 nL.Kg ⁻¹ L) e E4 (500nL.Kg ⁻¹ L)..... | 160 |
| Tabela 1C | Quadrados médios das análises de variância para as características clorofila total, carotenóides totais, cor da casca (L*), cor da casca (a*) e cor da casca (b*) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1-MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno (1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádio E2 e E3 (50 nL.L ⁻¹) e E4 (500nL.L ⁻¹)..... | 161 |
| Tabela 2A | Quadrados médios das análises de variância para as características sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), pH, SS/AT, ácido ascórbico (AA), açúcares redutores e açúcares não redutores de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-) 1MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25 °C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádio E2 e E3 (50 nL.L ⁻¹) e E4 (500nL.L ⁻¹)..... | 162 |
| Tabela 2B | Quadrados médios das análises de variância para as características clorofila total, carotenóides totais, cor da casca (L*), cor da casca (a*) e, cor da casca (b*) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-) 1MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25 °C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádio E2 e E3 (50 nL.L ⁻¹) e E4 (500nL.L ⁻¹)..... | 163 |

Tabela 3A Quadrados médios das análises de variância para as características firmeza, perda de massa, açúcares solúveis totais, cor casca (c^*) e cor casca (H^*) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado (-) 1MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25 °C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádio E2 e E3 (50 nl.L⁻¹) e E4 (500nL.L⁻¹)..... 164

Tabela 3B Quadrados médios das análises de variância para as características evolução da cor, incidência de podridão, % frutos comercializáveis e aparência geral de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado (-) 1MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25 °C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádio E2 e E3 (50 nl.L⁻¹) e E4 (500nL.L⁻¹)... 165

PEIXOTO, A. M. **Fisiologia e Conservação Pós-colheita de Mamão 'Golden' Tratado com 1-Metilciclopropeno em Diferentes Estádios de Maturação**. João Pessoa: CT/UFPB, 2008. 179 p. (Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Orientador: Prof. Silvanda de Melo Silva, Ph.D.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito inibitório do 1-metilciclopropeno (1MCP), um bloqueador da ação do etileno, sobre o amadurecimento de mamão 'Golden' colhidos nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4), visando aumentar a vida útil pós colheita do fruto. Mamões selecionados nos estádios E2 e E3 foram tratados com 50 nL.L⁻¹ de 1-metilciclopropeno (1-MCP) e os do estádio E4 com 500 nL.L⁻¹ de 1-MCP durante 12 horas a 10°C. Os frutos foram provenientes da Fazenda Santa Terezinha e empacotadora Doce Mel situada no município de Mamanguape-PB, e os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-colheita do Centro de Ciências Agrárias da UFPB, em Areia, PB. A pesquisa foi desenvolvida em três experimentos. No primeiro experimento foi avaliada fisiologia e qualidade pós colheita de mamão 'Golden' tratado com 1MCP. O 1MCP alterou o metabolismo do mamão 'Golden', afetando a taxa respiratória de frutos colhidos nos estádios E2 e E3, após 36 horas de aplicação do tratamento. O efeito do 1MCP foi evidente quando aplicado em frutos de estádio de maturação mais prematuro, sobretudo do estádio E2. O desenvolvimento da coloração amarela da casca, bem como o declínio da firmeza durante a maturação foram retardadas pelo tratamento com 1MCP. O segundo experimento teve como objetivo avaliar as mudanças na fisiologia e qualidade de frutos de mamão tratados com 1-MCP nos estádios E2, E3 e E4 de frutos destinados a exportação, armazenados à 11°C durante 16 dias e transferidos para condições ambientes (25°), durante 12 dias. O 1MCP foi eficiente em baixar a taxa metabólica do fruto, evidenciado pela menor taxa respiratória e a manutenção dos conteúdos de sólidos solúveis, açúcares e ácido ascórbico em estádio de maturação mais prematuro, principalmente no E2. O terceiro experimento avaliou a conservação pós colheita de mamão tratado com 1MCP nos estádios de maturação E2, E3 e E4 e armazenados à 11°C durante 16 dias e transferidos para condições ambientes (25°C), durante 12 dias. O 1MCP foi eficiente em reduzir as perdas, manter a vida útil pós colheita de mamão 'Golden', sendo mais evidente para frutos do estádio de maturação E2. O 1-MCP aplicado no estádio de maturação E4, não reduziu significativamente a perda da qualidade. O 1-MCP reduziu as perdas pós colheita de mamão 'Golden' colhidos no estádio E2 em 30% e aumentou em dois dias a vida útil pós colheita do fruto, mantendo a resistência ao ataque de microorganismos, retardando os sinais de senescência e apresentando maior percentagem de frutos comercializáveis dentro das exigências do mercado de exportação.

Palavras-chave: *Carica papaya*, 1-MCP, armazenamento refrigerado, atividade respiratória, qualidade.

PEIXOTO, A. M. **Postharvest Physiology and Conservation at 'Golden' Papaya Treated with Methylcyclopropene in Different Maturity Stages.** João Pessoa: CT/UFPB, 2008. 179 pg. (Master Dissertation in Food Science and Technology). Advisor: Prof. Silvanda de Melo Silva, Ph.D.

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the inhibitory effect of 1-methylcyclopropene (1MCP), a blocker of ethylene action, on ripening of 'Golden' papaya harvested in the maturation stages (E2) skin color was 10 to 25% yellow, (E3) skin color was 25 to 40% yellow, and (E4) skin color was 40 to 55% yellow (E4), aiming to increase the postharvest life of the fruit. Papaya fruits selected in the maturity stages E2 and E3 were treated with 50 nL.L⁻¹ of 1-MCP and the maturity stage E4 with 500 nL.L⁻¹ of 1-MCP for 12 hours at 10°C. Fruits were from the Fazenda Santa Terezinha - Doce Mel Packinghouse, located in the Mamanguape municipality, Paraíba State, Brazilian Northeast, and the experiments were carried on at the Laboratory of Postharvest Biology and Technology of the Centro de Ciências Agrárias of the Universidade Federal da Paraíba. The research was carried on in three experiments. In the first experiment, it was evaluated the postharvest physiology and quality of 'Golden' papaya treated with 1-MCP. The 1-MCP altered the metabolism of 'Golden' papaya, affecting the respiratory rate of fruit harvested in the stages E2 and E3, followed 36 hours of the application of the treatments. The effect of 1MCP was more evident when applied to fruits of earlier maturity stages, mainly for E2. The development of the yellow color of the skin, as well as the decline of fruit firmness during maturation, were delayed by 1-MCP treatment. The second experiment aimed to evaluate changes in quality of 'Golden' papaya fruit treated with 1-MCP in the maturity stages E2, E3, and E4, stored at 11°C during 16 days and transferred to room conditions (25°C and 72% RH), during 12 days, simulating the exportation chain. The 1MCP was effective in maintaining the soluble solids, soluble sugar, and ascorbic acid contents in earlier maturity stage, especially for the maturity stage E2. The 1-MCP did not reduce the metabolic rate of 'Golden' papaya treated at the maturity stage E4. The third experiment evaluated the postharvest conservation of papaya fruit treated with 1-MCP at the maturity stages E2, E3, and E4, and stored at 11°C during 16 days and transferred to room conditions (25°C and 72% RH) during 12 days. The 1-MCP was effective in reducing the losses in quality, maintaining the postharvest life of 'Golden' papaya, more evidently for fruits treated in the maturity stage E2. The 1-MCP reduced in 30 % the postharvest losses of 'Golden' papaya of the stage E2 and enhanced in two days the postharvest life of the fruit, maintaining the resistance to the microbial attack, delaying the symptoms of senescence, and showing greater percentage of marketable fruits, within the demands of exportation markets.

Key words: *Carica papaya*, 1-MCP, cold storage, respiratory activity, quality.

CAPÍTULO I

FISIOLOGIA E CONSERVAÇÃO PÓS COLHEITA DE MAMÃO 'GOLDEN' TRATADO COM 1-METILCICLOPROPENO EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO

1. INTRODUÇÃO GERAL

Originado na América, o mamoeiro (*Carica papaya* L.) é cultivado em mais de 40 países, sendo o Brasil o principal produtor mundial (FAO, 2007). Apesar de ser o maior produtor mundial de mamão com uma produção de 1.600.000 toneladas, o Brasil vem exportando apenas 35 mil toneladas de frutos, ocupando o terceiro lugar entre os países exportadores (BRAPEX, 2007). Essa limitação na exportação é decorrente da elevada perecibilidade do fruto que resulta em perdas em pós-colheita de ordem de 75 %. (VENTURA, COSTA, 2002).

As perdas em pós-colheita de mamão estão associadas a efeitos físicos ou danos mecânicos, a causas de origem fisiológica e bioquímica e a ação de agentes microbianos (VENTURA, COSTA, 2002).

O genótipo 'Golden' é proveniente de seleção massal de plantas, realizada em campos de produção de 'Sunrise Solo', no Estado do Espírito Santo. Possui fruto hermafrodita de formato piriforme, cor da polpa rosa - salmão, cavidade interna estrelada, casca lisa, tamanho uniforme, com peso médio de 450g e excelente aspecto visual, tendo boa aceitação no mercado internacional (SALOMÃO *et al.*, 2007). E segundo Manica (1996), a variedade 'Golden' é a preferida para a exportação, pois apresenta vantagens como, menor susceptibilidade a mancha fisiológica, amarelecimento mais uniforme e maior brilho da casca, resultando numa aparência mais atrativa do fruto.

Os principais importadores do mamão brasileiro são os Estados Unidos e a União Européia. A Holanda é o principal importador individual do mamão brasileiro, sendo o porto de Rotterdam a principal porta de entrada do mamão distribuído nos países da União Européia (SALOMÃO *et al.*, 2007).

Devido à potencialidade do mamão é necessário o desenvolvimento de tecnologias que garantam o envio de frutos para mercados mais distantes com segurança e qualidade. Em geral, a exportação de mamão para a Europa é realizada por via marítima, tomando cerca de 16 dias de transporte sob refrigeração, sendo em seguida transferido para condições ambientes .

Produtos agrícolas perecíveis, a exemplo das frutas tropicais, têm sua vida útil reduzida quando comparados aos duráveis (grãos e cereais), por apresentarem elevado teor de umidade, textura macia facilmente danificável e elevadas taxas respiratórias e de produção de calor. Essas características geram desvantagens

quanto ao seu manuseio pós colheita, resultando em perdas elevadas na cadeia desde a colheita, comercialização até o consumo do produto em tempo hábil (CHITARRA, CHITARRA, 2005).

No que diz respeito à fisiologia normal do produto, o mamão é um fruto climatérico cujas transformações resultantes do amadurecimento ocorrem rapidamente quando este é colhido fisiologicamente maduro. Essas mudanças são desencadeadas pela produção de etileno e aumento da taxa respiratória, que o caracteriza como um fruto bastante perecível pós-colheita (JACOMINO *et al.*, 2002). No entanto, várias tecnologias tem sido utilizadas visando o prolongamento da vida útil pós-colheita do mamão e preservação da qualidade, tais como o uso de tratamento hidrotérmico, aplicação de fungicidas, uso de coberturas biodegradáveis, refrigeração e mais recentemente de acordo com Blankenship, Dole (2003), o amadurecimento pode ser controlado por meio do uso de inibidores da ação do etileno, entre os quais se destaca o 1-metilciclopropeno (1-MCP).

A refrigeração é a técnica mais utilizada para o controle do amadurecimento de frutos climatéricos devido a redução da taxa metabólica e velocidade das reações enzimáticas. O mamão, por ser um fruto tropical sensível ao frio, não tolera temperaturas de armazenamento muito baixas. Desta forma, torna-se importante verificar a eficiência da integração de tecnologias usuais às novas tecnologias aplicáveis à pós-colheita do mamão, buscando-se retardar o amadurecimento dos frutos.

O 1- Metilciclopropeno (1-MCP) é uma nova ferramenta que tem sido utilizada com sucesso no controle do amadurecimento e na extensão da vida útil pós-colheita e manutenção da qualidade de produtos vegetais (BLANKENSHIP, DOLE, 2003; BOTREL *et al.*, 2002; HARRIS *et al.*, 2000; GOLDING *et al.*, 1998).

A ação do etileno é inibida quando o 1-MCP se liga aos receptores deste fitorregulador nos vegetais. O 1-MCP liga-se aos sítios receptores do etileno, inibindo a ação desse hormônio, retardando o processo de amadurecimento. Porém, novos sítios receptores podem ser sintetizados, retornando a sensibilidade dos frutos ao etileno. No entanto o estágio de maturação em que o 1-MCP pode ser aplicado é determinante para que o controle do amadurecimento seja bem sucedido e, mais importante, que o amadurecimento possa prosseguir normalmente (SISLER, SEREK, 1997).

A aplicação do 1-MCP foi liberada para produtos comestíveis em vários países, incluindo o Brasil. Portanto, tornando esse produto promissor para utilização na pós-colheita de produtos vegetais (PINHEIRO *et al.*, 2005). Vários estudos têm mostrado que o 1-MCP, pode retardar o amadurecimento de muitos frutos climatéricos, como em banana (SISLER, SEREK, 1997) e o pêssego (KLUGE, JACOMINO, 2002).

Considerando a potencialidade do 1-MCP em controlar o amadurecimento de frutos tropicais, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a influencia do efeito inibitório desse bloqueador da ação do etileno sobre o amadurecimento de mamão 'Golden', durante a simulação da cadeia de transporte do fruto para a exportação, desde a aplicação, armazenamento, transporte e comercialização, visando aumentar o período de conservação pós colheita do fruto.

2. OBJETIVOS

2.1 GERAL

➤ Avaliar os impactos na fisiologia e na conservação pós colheita do mamão (Carica papaya L.) cv. 'Golden', com o emprego do bloqueador da ação do etileno 1-Metilciclopropeno (1- MCP), em diferentes estádios de maturação.

2.1 ESPECÍFICOS

- Avaliar as modificações fisiológicas no armazenamento sob atmosferas ambientes e modificada de mamões colhidos em diferentes estádios de maturação tratados com 1-Meticiclopropeno;
- Determinar qual estádio de maturação de mamão 'Golden' que melhor responda ao tratamento com 1-MCP
- Verificar se o emprego do 1-MCP pode ampliar o período de conservação pós-colheita de mamões;

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 O MAMÃO

3.1.1 Centro de Origem e sua Dispersão Mundial

Originário da América tropical, o mamoeiro (*Carica papaya* L.) se disseminou por todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo. Levada pelos navegantes espanhóis e portugueses tornou-se uma das frutas mais apreciadas e populares do mundo (SOUZA, 2000; MEDINA, 1980).

Na literatura encontra-se divergência entre autores quanto ao provável centro de origem para a espécie *Carica papaya* L. Pelo fato de apresentar relativa facilidade de adaptação, tem dado a vários países a falsa impressão que o mamoeiro originou-se naquela região (BENASSI, 2004).

Teoria mais consistente é citada por Medina (1980), que através da análise da distribuição e dispersão da espécie, observou que um grande número de espécie do gênero *Carica* ocorre naturalmente, reforçando a hipótese de se considerar o centro de origem a região Noroeste da América do Sul, vertente Oriental do Andes, mais precisamente na Bacia Amazônica Superior, onde aparece a máxima diversidade genética (Figura 1).

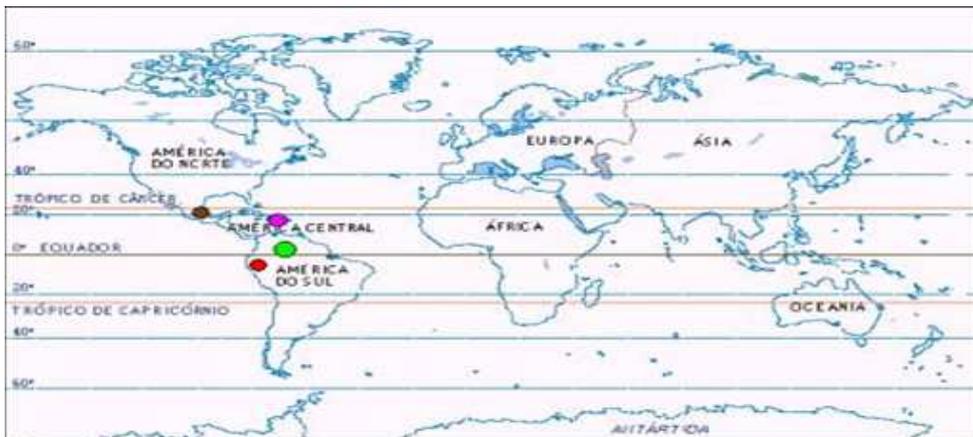


Figura 1: Mapa mundi com representações dos prováveis centros de origem do mamoeiro.

Atualmente, a espécie *C. papaya* L. encontra-se difundida e cultivada em várias regiões tropicais e subtropicais, numa amplitude mundial variando entre as Latitudes de 32 graus Norte e Sul (SALOMÃO *et al.*, 2007).

Por ser uma planta de clima tropical os plantios se localizam em regiões quentes, podendo ser cultivado em regiões de maior altitude, de temperaturas mais baixas, porém com prejuízo à qualidade dos frutos. A temperatura ideal para a cultura é, em média, 25°C podendo ser cultivado sob temperaturas médias anuais de 21°C a 33°C, condições freqüentes na maior parte do território brasileiro (Oliveira *et al.*, 2004).

O mamoeiro cultivado comercialmente (*Carica papaya* L.) pertence à família Caricaceae e possui seis gêneros e 35 espécies (Van Droogenbroeck *et al.*, 2002). Os gêneros *Carica* (uma espécie), *Horovitzia* (uma espécie), *Jacaratia* (sete espécies), *Jarilla* (três espécies) e *Vasconcellea* (21 espécies) são originários do continente americano, enquanto o gênero *Cylicomorpha* (duas espécies) pertence ao continente africano (Van Droogenbroeck *et al.*, 2004). Até recentemente o gênero *Vasconcellea* era considerado uma espécie do gênero *Carica*, sendo sua reclassificação como gênero à parte proposta por Badillo (2000).

De acordo com Dantas (2000), diferentes denominações são encontradas para a planta e para o fruto dessa espécie, dependendo da região ou país. Mamoeiro (planta) e mamão (fruto) no Brasil; papayo e papaya em espanhol; papayer e papaye em francês; paw paw ou papaw e papaya em inglês; melonenbaum em alemão; lechosa e fruta-bomba no caribe; mamón e papayo na Argentina; árbol de melón e papaya calentana, fruta bomba na Colômbia; lechosa e papaya na Venezuela; papaya cimarrona e mamey zapote, melón zapote no México; cay du e mamor no Sudeste Asiático.

Recentemente nos grandes centros urbanos no Brasil começa a aparecer a denominação de papaia, especificamente para os frutos pequenos oriundos das variedades havaianas do grupo Solo.

3.1.2 Grupo e Variedade

As variedades de mamoeiro agrupam-se em três tipos básicos: o grupo “Solo”, conhecido também como “mamão Havaí” e “papaya”; o grupo “Formosa”, representado por híbridos oriundos da Ilha de Formosa; e o grupo “Comum”, representado por algumas linhagens (MAYER, RONCATTO, 2004)

De uma forma geral, as cultivares de mamão mais exploradas no Brasil são as do grupos: Solo e Formosa (‘Tainung nº 1’) (SANCHES, 2004). O mamão “Solo” foi introduzido no Brasil em 1977 (FERREIRA, GIACOMETTI, 1988), sendo que o grupo “Solo” é representado pelas cultivares ‘Sunrise Solo’, ‘Improved Sunrise Solo Line 72/12’, ‘Waimanalo’, ‘Kapoho Solo’ e ‘Baixinho de Santa Amália’ e mais recentemente a seleção ‘Golden’ originária de uma mutação natural de plantas ‘Sunrise Solo’ (MAYER, RONCATTO, 2004).

O grupo “Solo” se caracteriza por produzir um tipo de mamão de frutos pequenos, introduzido e melhorado pioneiramente no Havaí, onde recebeu o nome de “Solo” pelos trabalhadores Porto-riquenhos da Estação Experimental de Agricultura do Havaí para indicar que o fruto era pequeno o bastante para alimentar uma pessoa (NAKASONE, 1988).

A variedade ‘Golden’ é a preferida para a exportação, pois apresenta vantagens como: menor susceptibilidade a mancha fisiológica, amarelecimento mais uniforme e maior brilho da casca, resultando numa aparência mais atrativa do fruto (MANICA, 1996).

Os híbridos do grupo ‘Formosa’ procedentes da China são destinados principalmente ao mercado interno. No entanto, por serem híbridos, as sementes de mamão ‘Formosa’ tem que ser importadas a cada novo plantio, o que onera o custo da produção. Os híbridos que representam este grupo são o: ‘Tainung nº 1’, ‘Tainung nº 2’, ‘Tainung nº 3’ (MAYER, RONCATTO, 2004).

Entretanto, o primeiro híbrido produzido no Brasil (UENF/Caliman 01) foi lançado em 2003, com características fenotípicas peculiares do grupo ‘Formosa’ (SALOMÃO *et al.*, 2007).

3.1.3 Importância no Agronegócio

A importância sócio-econômica do mamoeiro está em ser uma cultura de ciclo mais curto quando comparada a outras frutíferas como graviola, citrus, e goiaba, proporcionando um rápido retorno do capital investido e um maior rendimento por área, uma vez que a renovação dos pomares se dá a cada dois anos, além de produzir o ano inteiro, absorvendo mão-de-obra constantemente (SILVA, 2004).

O mamão tem grande aceitação no mercado interno e externo, por apresentar sabor agradável, o teor de açúcar apropriado, baixa acidez, o equilíbrio de nutrientes e a presença de vitaminas A e C, sendo o fruto bastante conhecido por apresentar propriedades nutricionais e benéficas à saúde humana, tais como sua função de reguladora do sistema gastro-intestinal (ARAUJO, 2007)

O Brasil é o principal produtor de mamão sendo responsável por 24,4% da produção mundial em 2005, seguido do México, Nigéria, Índia e Indonésia, que respondem por cerca de 70% dessa produção (Tabela 1). A produtividade média brasileira é de 45,2 t/ha, bastante superior a média mundial que é de 17,35 t/ha (FAO, 2007).

Tabela 1. Produção (t), área colhida (ha) e produtividade (t/ha), mundial e dos principais países produtores de mamão, em 2005.

| País | Produção (t) | Área colhida (ha) | Produtividade (t/ha) |
|-----------|--------------|-------------------|----------------------|
| Brasil | 1.650.000 | 36.500 | 42,20 |
| México | 955.694 | 26.327 | 36,30 |
| Nigéria | 755.000 | 91.000 | 8,30 |
| Índia | 700.000 | 80.000 | 8,75 |
| Indonésia | 646.650 | 24.041 | 26,90 |
| Etiópia | 230.000 | 11.000 | 20,91 |
| Congo | 210.000 | 12.500 | 16,80 |
| Peru | 180.000 | 12.500 | 14,40 |
| China | 160.000 | 5.800 | 21,33 |
| Venezuela | 140.000 | 7.500 | 18,67 |
| Outros | 1.125.896 | 82.004 | 13,73 |
| Mundo | 6.753.240 | 389.172 | 17,35 |

Fonte: FAO (2007)

Atualmente, o cultivo do mamoeiro é verificado em mais de cinquenta países, sendo que os dez maiores produtores mundiais (Figura 2), em ordem decrescente são o Brasil, México, Nigéria, Índia, Indonésia, Etiópia, Congo, Peru, China e Venezuela (FAO, 2007).

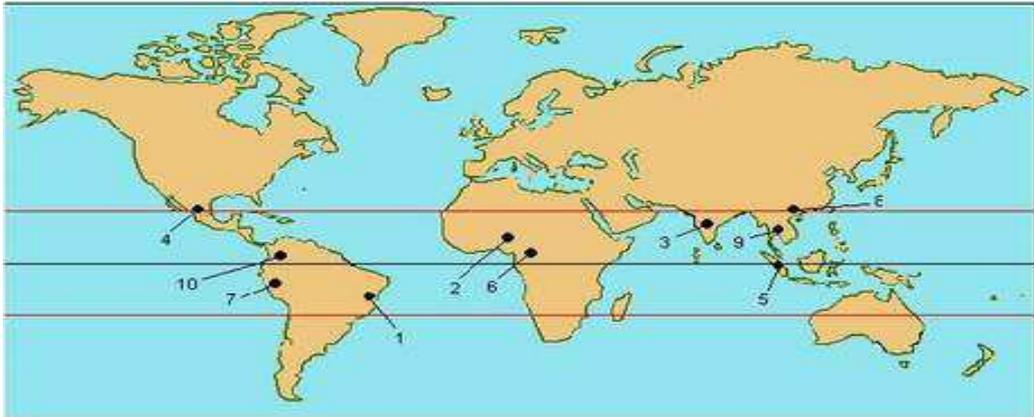


Figura 2. Localização dos principais países produtores de mamão: Brasil (1); Nigéria (2); Índia (3); México (4); Indonésia (5); Congo (6); Peru (7); China (8); Tailândia (9) e Colômbia (10).

No Brasil, a área colhida de mamão, apresentou crescimento mais significativo nos últimos 15 anos. Neste período o volume produzido no Brasil passou de 546.194 t, em 1990, para 1.573.819 t, em 2005, representando um incremento de 188% (IBGE, 2007).

O Brasil também tem participação importante no mercado internacional de mamão, sendo o terceiro maior exportador em 2005 superado apenas pelo México e Malásia. O mamão representa 14,5% das frutas exportadas pelo Brasil. Os principais importadores do mamão brasileiro são os Estados Unidos e a União Européia. A Holanda é o principal importador individual do mamão brasileiro, e o porto de Rotterdam a principal porta de entrada do mamão distribuído nos países da União Européia (IBRAF, 2007).

O mamão é cultivado praticamente em todo território nacional à exceção de algumas regiões com invernos rigorosos. Em 2005, os dez estados maiores produtores de mamão (Tabela 2) foram: Bahia, Espírito Santo, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pará, Minas Gerais, Pernambuco, Sergipe e São Paulo (IBGE, 2007).

O estado da Bahia é o maior produtor nacional, respondendo, em 2005, por 46,2% da produção nacional, seguido pelo estado do Espírito Santo, que representou 40%, e juntos somaram 86,2% da produção brasileira de mamão (IBGE, 2007).

Tabela 2: Principais Estados produtores de mamão no Brasil em 2005

| Estado | Produção (t) | Área colhida (ha) |
|---------------------|------------------|-------------------|
| Bahia | 726.991 | 13.475 |
| Espirito Santo | 629.236 | 9.517 |
| Ceará | 57.741 | 1.380 |
| Rio Grande do Norte | 33.773 | 1.519 |
| Paraíba | 30.937 | 929 |
| Pará | 16.909 | 1.027 |
| Minas Gerais | 12.932 | 599 |
| Pernambuco | 12.913 | 645 |
| Sergipe | 9.882 | 343 |
| São Paulo | 9.871 | 322 |
| Outros | 32.634 | 5.815 |
| Brasil | 1.573.819 | 35.559 |

Fonte: IBGE (2007)

O Estado do Espírito Santo destaca-se também como o principal exportador, sendo responsável por 69% da exportação dessa fruta (BRAPEX, 2007)

3.2 Metabolismo do Mamão

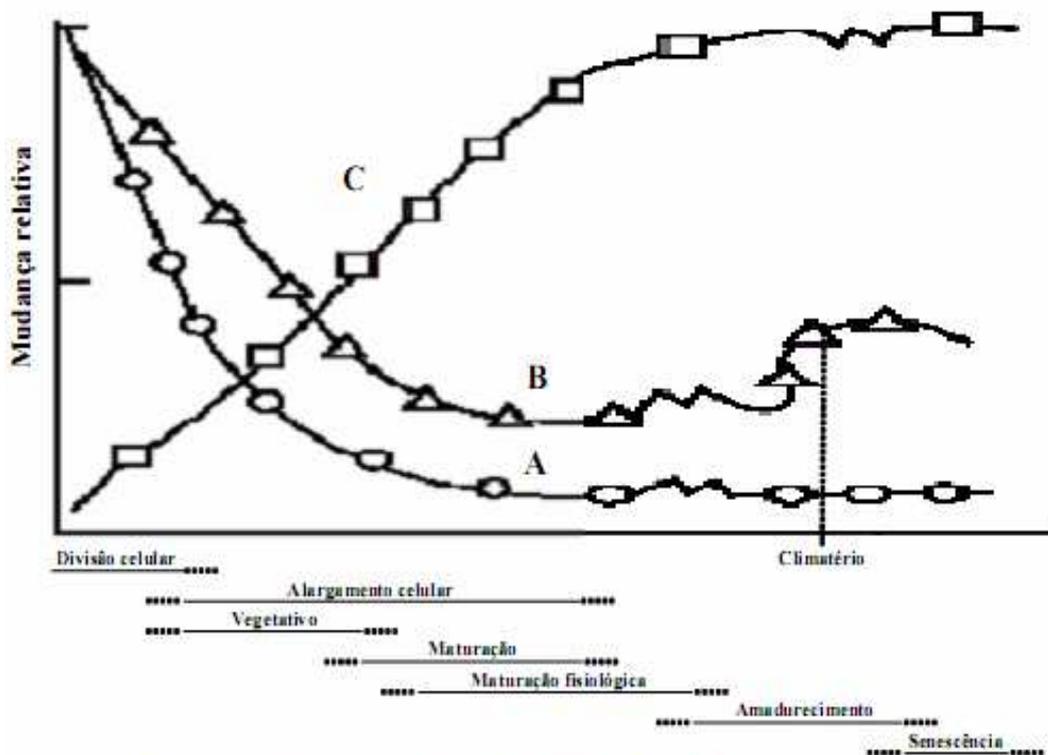
A respiração é um dos principais processos fisiológicos que continua ocorrendo após a colheita (KAYS, 1997), sendo também um importante processo fisiológico na manutenção da qualidade, além de ser responsável pela produção de energia necessária para os processos metabólicos pós-colheita de frutos (BIALE, YOUNG, 1981). É considerada um indicador da atividade metabólica do fruto (KARDER, 1986). Desta forma, pode-se associar a taxa respiratória à vida útil pós-

colheita da fruta (KAYS, 1997), de modo que altas taxas metabólicas estão geralmente associadas a um curto período de armazenamento.

Na planta, a respiração consiste na degradação oxidativa de compostos orgânicos (ácidos orgânicos e carboidratos) presentes nos tecidos vegetais, em moléculas simples, CO_2 e H_2O , com produção de energia química e esqueleto de carbono utilizado na biossíntese de novos compostos indispensáveis para o perfeito funcionamento e manutenção do metabolismo global da planta. Portanto, após a colheita, o fruto, sobretudo os climatéricos, podem desenvolver seu metabolismo independente da planta mãe, utilizando como substrato as reservas acumuladas durante o desenvolvimento e maturação (CHITARRA, CHITARRA, 2005)

Os fatores ambientais, sobretudo a temperatura de armazenamento, exercem grande influência no processo respiratório dos frutos. A temperatura a qual a fruta é exposta influencia diretamente a taxa respiratória, sendo que o aumento de 10°C na temperatura do produto eleva de duas a três vezes a sua taxa respiratória e, conseqüentemente, diminui a sua vida pós-colheita (KAYS, 1997).

Em função do padrão respiratório, os frutos, de uma maneira geral, podem ser classificados em dois grandes grupos, climatéricos e não-climatéricos (Figura 3). Os frutos não-climatéricos apresentam atividade respiratória que em geral declina após a colheita. Frutos deste padrão respiratório não são capazes de amadurecer quando colhidos imaturos, portanto, devem permanecer na planta mãe até o final da maturação, quando já atingiram a maturidade comestível ou comercial. Os frutos climatéricos, por sua vez, em determinada etapa de seu ciclo vital apresentam um aumento rápido e acentuado na atividade respiratória, culminando com o amadurecimento imediato. Frutos desse padrão respiratório podem amadurecer na planta ou fora dela se colhidos na maturidade fisiológica (CHITARRA, CHITARRA, 2005).



A: esquema de respiração de frutos não-climatéricos (Ex: laranja);

B: esquema de respiração de frutos climatéricos (Ex: banana);

C: esquema de desenvolvimento de um fruto.

Figura 3: Diferentes estágios do ciclo vital dos frutos relacionados com as mudanças na intensidade respiratória para frutos climatéricos e não-climatéricos (BIALE, YOUNG, 1981)

Durante a maturação os frutos climatéricos apresentam as seguintes fases distintas: pré climatérico, ascensão climatérica, pico climatérico e pós climatérico. No mamão o pico climatérico ocorre simultaneamente com o amadurecimento, ponto em que apresenta a máxima qualidade para o consumo (THEOLOGIS, LATIES, 1978). O climatérico respiratório, entretanto, pode coincidir, anteceder ou preceder o amadurecimento, e é acompanhado por marcantes mudanças na composição e textura, que levam ao ponto ótimo de comestibilidade dos frutos (SEYMOUR *et al.*, 1993). Frutos climatéricos, como banana, goiaba, abacate apresentam ao final da maturação um aumento na taxa respiratória e na produção autocatalítica de etileno (BENNETT *et al.*, 1987).

3.2.1 Fisiologia da Maturação e Pós-colheita do Mamão

O amadurecimento é uma fase importante do desenvolvimento dos frutos, pois torna-os palatáveis e comercialmente atrativos em função das mudanças na coloração, na textura, na concentração de açúcares e compostos aromáticos, bem como, na acidez e compostos fenólicos. Estas mudanças envolvem complexas transformações no metabolismo dos frutos, as quais são decorrentes do aumento da atividade enzimática, e no caso de frutos do tipo climatéricos estão associadas às mudanças da atividade respiratória e biossíntese de etileno. Ao amadurecimento segue-se à senescência do fruto, fase final do ciclo vital dos frutos (RHODES, 1980; VENDRELL, PALOMER, 1997).

A maturação é o estágio do desenvolvimento que leva à maturação fisiológica, etapa em que os frutos se encontram fisiologicamente desenvolvidos, onde as células dos tecidos que os constituem tenham atingido a sua completa formação, tendo o fruto todo aparato para continuar sua ontogenia, ou seja, amadurecer mesmo que destacado da planta (WILLS *et al.*, 1998).

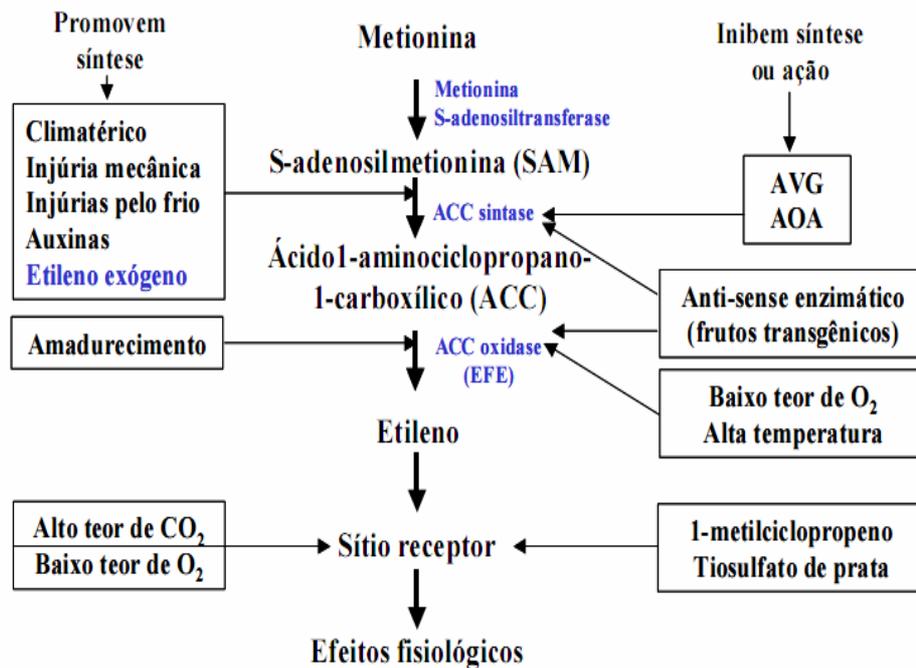
3.2.2 Etileno

O etileno é um dos principais fatores endógenos que estimulam a atividade respiratória e, como consequência, resulta no amadurecimento e senescência dos tecidos. É conhecido como “hormônio do amadurecimento”, por desencadear as reações características do climatério, marcando a transição entre as fases de desenvolvimento e de senescência de frutos e outros órgãos vegetais (PHAN, 1987).

O etileno é o mais simples dos compostos orgânicos presente nos processos fisiológicos das plantas. É um produto natural do metabolismo das plantas e é produzido por todos os tecidos das plantas superiores e por alguns microorganismos. O etileno é biologicamente ativo em quantidades traços e seus efeitos são comercialmente importantes na agricultura (ABELES *et al.*, 1992). A concentração necessária para induzir o amadurecimento na fase pré-climatérica é dependente da espécie e estágio de maturação dos frutos (AZZOLINI, 2002).

Contudo, o etileno necessita ser biossintetizado ou fornecido por fontes externas para que exerça seus efeitos (YANG, 1985) (Figuras 4 e 5). A via de

biossíntese do etileno (Figura 4) compreende a conversão da S-adenosil-metionina (SAM) em ácido 1-carboxílico – 1 – aminociclopropano (ACC), sob a ação da ACC sintetase (ACCS) e a conversão do ACC em etileno, pela enzima formadora do etileno (EFE) ou ACC oxidase (ACCO). Ainda, o ACC pode ser malonilado produzindo o N-malonil ACC, sob a ação da N-malonil transferase (NMT), reduzindo a disponibilidade de substrato para a ACCO (FILGUEIRA, 1982). Esta reação oxidativa requer presença de oxigênio e como nos tecidos vegetais, a quantidade de ACC oxidase é usualmente superior ao necessário, os frutos podem mostrar um aumento dramático na taxa de amadurecimento do fruto em resposta ao etileno exógeno (SALTVEIT, 1999).



AVG=Aminoetoxivinilglicina, AOA=Ácido amino-oxiacético

Figura 4: Via biossintética e fatores promotores e inibidores da síntese do etileno. Adaptado de Abeles *et al.* (1992).

A produção de etileno é promovida através de estresses, tal como dano pelo frio ou calor (WANG, 1990) e ferimentos (ABELES *et al.*, 1992). Estes estresses induzem a produção de etileno e aceleram o amadurecimento do fruto, induzindo

outras mudanças fisiológicas, tais como o aumento na taxa de respiração e metabolismo de fenilpropanoides (SALTVEIT, 1999). A produção de etileno pelas frutas frescas é reduzida pelo armazenamento abaixo do limite crítico de temperatura para cada fruta e pela menor disponibilidade de oxigênio (O_2) e/ou elevação do teor de dióxido de carbono (CO_2) (CODEVASF, 1989).

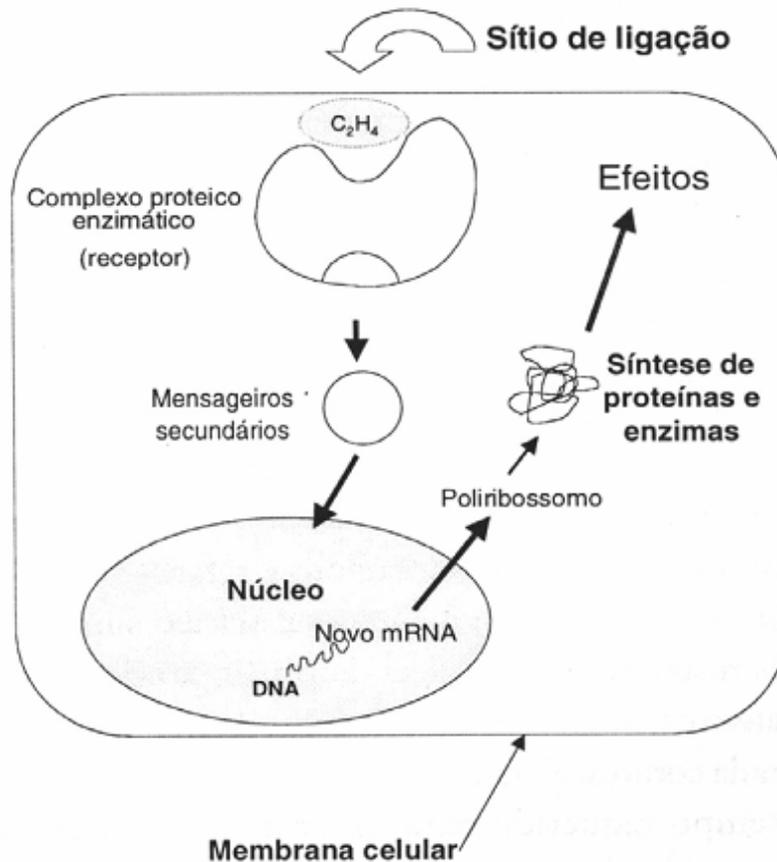


Figura 5: mecanismo simplificado de ação do etileno (KADER, 2003)

O controle da ação e da biossíntese de etileno é realizado de várias formas, sendo muito usada na pós-colheita, uso de atmosfera modificada por filmes flexíveis que resulta em baixos teores de O_2 e altos de CO_2 e baixas temperaturas etc. A biossíntese de etileno pode também ser inibida pela aplicação de compostos como AVG (aminoetoxivinilglicina) e o AOA (ácido amino-oxiacético) (Figura 4), de modo que ambos inibem a ação da enzima ACC sintase, responsável pela conversão do SAM em ACC (YANG, 1985). Mais recentemente a ação do etileno

pode ser controlada através do uso do composto 1-Metilciclopropeno (Figura 4) (SISLER *et al.*, 1996).

3.4 Pós-colheita do Mamão

Se por um lado o amadurecimento é responsável por tornar o fruto atrativo e apto para o consumo humano (CHITARRA, CHITARRA, 2005), por outro leva indubitavelmente à redução na conservação do fruto, o que conduz às perdas pós-colheita.

Entender como os processos do amadurecimento são regulados e influenciados, através do conhecimento da estrutura, da fisiologia e das transformações metabólicas que ocorrem no seu ciclo vital, torna-se indispensável, não só para a realização da colheita na época apropriada, mas também para que proporcionem a manutenção da qualidade com aumento da vida útil do produto (CHITARRA, CHITARRA, 2005).

O mamão é considerado um fruto climatérico, e durante o amadurecimento de mamão ocorre uma série de mudanças tais como o rápido acúmulo de açúcares, modificação da coloração e da firmeza do fruto. Estas modificações ocorrem, no entanto, em frutos colhidos quando a maturidade fisiológica for atingida. Frutos colhidos em estágio de desenvolvimento anterior não evoluem na maturação e murçam (PÁDUA, 1986; BLEINROTH, SIGRIST, 1989)

O ponto de colheita é de fundamental importância para a obtenção de fruto com qualidade e potencial para armazenamento e transporte. O ponto ideal de colheita depende da utilização para consumo *in natura* ou industrialização (FOLEGATI, MATSUURA, 2002). O mamão pode ser colhido logo que apareçam as primeiras estrias de cor amarela na casca, tornando-se maduros em poucos dias após a colheita quando mantidos sob condições ambientes. Porém, frutos destinados a mercados mais próximos e que necessitem de menor período de armazenamento devem ser colhidos em estágios de maturação mais avançados, pois favorece maior acúmulo de reservas e propiciam a colheita de frutos mais doces (SOUZA, 1998)

O amadurecimento do mamão é caracterizado por mudanças em seus constituintes tais como, a degradação da pectina levando a perda da firmeza

(LAZAN *et al.*,1989), leve aumento do teor de ácidos orgânicos e vitamina C (DRAETTA *et al.*,1975), degradação da clorofila e síntese de carotenóides na casca (BIRTH *et al.*, 1984).

O desverdecimento e amarelecimento do mamão é decorrente da degradação da clorofila e síntese de carotenóides, respectivamente. Durante este período a taxa respiratória aumenta rapidamente atingindo o máximo climatérico na plena maturação. Após o desverdecimento ocorre perda de massa, a polpa torna-se mais macia, ocorrendo o desaparecimento do látex. A celulose e a pectina da parede celular são transformadas em compostos solúveis pela ação de enzimas, aumentando a acidez titulável, devido ao aumento de ácidos orgânicos (DRAETTA *et al.*, 1975).

O amolecimento do fruto durante a maturação é atribuído a ação de enzimas sobre as substâncias pécticas da parede celular. Há um gradiente de atividade da poligalacturonase em mamão maduro na região do exocarpo e mesocarpo para a placenta, com as respectivas atividades da enzima 27,1; 51,6 e 239,6 unidades de atividade/ml de extrato. Este gradiente de atividade é consistente com a direção do amadurecimento do mamão que ocorre da cavidade ovariana para fora (CHAN *et al.*, 1981).

A celulase colabora para diminuir a firmeza dos frutos. Em frutos verdes, no exocarpo não foi detectada nenhuma atividade da celulase, porém 96% da atividade foi encontrado no endocarpo. Em frutos com 70% da coloração da casca amarela observou-se 48% de atividade da celulase no endocarpo e 23% próximo ao exocarpo. A celulase colabora para diminuir a firmeza do fruto (PAULL, CHAN, 1983). DRAETTA *et al.*, (1975) detectaram uma diminuição gradativa da pectina, principalmente na casca, sendo o mínimo observado quando o fruto entra em senescência. A pectinametilesterase apresentou maior atividade na casca, sendo que no início da senescência do fruto a atividade foi maior.

3.4.1 Tratamento Hidrotérmico

O tratamento hidrotérmico é exigido para frutos destinados à exportação por via marítima (SALOMÃO, 2007). O tratamento hidrotérmico é utilizado como um tratamento pós-colheita para a desinfecção de frutos, incrementando o controle de

larvas de mosca- das- frutas (CENCI *et al.*, 2002) e também para o controle de doenças fúngicas pós-colheita (antracnose, podridão peduncular e outras podridões), que são as maiores causas de redução de vida útil pós-colheita (ALVES, FILGUEIRAS 1999).

O tratamento hidrotérmico tem apresentado eficiência principalmente no controle de patógenos que apresentam esporos localizados na superfície da casca e em infecções quiescentes presentes nas primeiras camadas celulares da fruta. Este método tem potencial para utilização em uma série de produtos, no entanto tem sido comercialmente empregado apenas em mamão e manga (SILVEIRA *et al.*, 2005).

Em maracujá-amarelo tratado a 42,5 e 45 °C, por oito minutos, foi verificada menor incidência de podridões em pós-colheita (BENATO *et al.*, 2001), assim como houve redução da área lesionada por *Colletotrichum gloeosporioides* em banana submetidas ao tratamento hidrotérmico a 53 °C durante 5, 10 e 15 minutos e ausência de lesões nos frutos mantidos por 20 minutos (SPONHOLZ *et al.*, 2004). Desta forma, a eficiência do tratamento térmico é dependente da faixa de temperatura e do período de exposição, sendo adequado para frutas que toleram temperaturas de 50 a 60 °C por até 10 minutos.

Segundo Giannoni, Meneguci (2005) o tratamento hidrotérmico mais comum, consiste na imersão dos frutos em água quente a 47,7 - 48,8°C durante 20 minutos, podendo ser adicionados fungicidas como o benomil (1000mg/l) ou prochloraz (400mg/l), para aumentar sua eficiência.

O tratamento térmico com uso de água quente como meio de controle de pragas foi testado com laranja, no início da década de 20. Desde então, muito se tem pesquisado no intuito de estabelecer as melhores combinações de tempo e temperatura para cada espécie, objetivando o controle eficiente de praga, sem causar alterações físicas e químicas nos frutos (COUEY, 1989).

3.4.2 Recobrimento com Ceras

As ceras naturais dos produtos vegetais protegem contra perda de água. Lipídios e ceras são usados em coberturas para reduzir a permeabilidade ao vapor d'água, por serem hidrofóbicos e apolares, o que possibilita a formação de boas barreiras para a migração da umidade (KROCHTA, 2002). As ceras naturais são

constituídas de lipídios, proteínas, polissacarídeos ou substâncias hidrofóbicas, na forma isolada ou em combinações (DEBEAUFORT *et al.*, 1998). Graças à sua baixa polaridade, as ceras são bastante adequadas como barreira ao transporte de umidade, reduzindo a perda de água durante o armazenamento (KESTER, FENNEMA, 1986).

Estudos têm sido realizados com aplicação de ceras comerciais em frutas, visando reduzir a perda de água e proporcionar maior brilho (CHITARRA, CHITARRA, 2005). Além de reduzir a perda de água, os tratamentos com ceras levam à modificação da composição gasosa no interior do fruto, que pode ser favorável, quando reduz a senescência, ou desfavorável, quando provoca anaerobiose (AWAD, 1993).

A cera à base de carnaúba é obtida a partir de uma palmeira brasileira, tendo sido comercializada sob inúmeras marcas, em diferentes concentrações e misturas. A cera de carnaúba pode ser aplicada em produtos que são consumidos com casca, devido à sua característica não tóxica. Confere brilho e menor perda de matéria fresca aos produtos, além de poder ser facilmente removida com água, quando necessário (HAGENMAIER, BAKER, 1994). A película de cera aplicada na superfície do produto vegetal apresenta diferentes taxas de permeabilidade aos gases e ao vapor d'água em função das propriedades da matéria prima, de sua concentração e da espessura da película. A combinação adequada destes fatores é variável para cada fruta ou hortaliça, conforme suas características fisiológicas (GORRIS, PEPPELENBOS, 1992).

3.4.3 1- Metilciclopropeno (1 – MCP)

O 1-Metilciclopropeno (1-MCP) é um gás inibidor da ação do etileno, retardando o amadurecimento, estendendo a vida útil pós-colheita e conservando a qualidade de frutos, hortaliças e espécies ornamentais (BLANKENSHIP, DOLE, 2003). Este produto atua através da ligação de suas moléculas aos receptores do etileno localizados na membrana plasmática das células, impedindo assim respostas relativas a este gás (BLANKENSHIP, 2001). O 1-MCP é uma nova ferramenta para estender a vida útil e a qualidade de produtos colhidos. Não somente o uso comercial do 1-MCP é promissor para o avanço da agricultura comercial, mas

também para avanços em programas de pesquisa que buscam avaliar às respostas ao etileno na planta (BLANKENSHIP, DOLE, 2003).

Uma serie de fatores devem ser considerados no emprego do 1-MCP, incluindo o cultivar, estágio de desenvolvimento, tempo da colheita até o tratamento e aplicações múltiplas. Dependendo da espécie, o 1-MCP pode apresentar uma variedade de efeitos na respiração, produção de etileno, produção de voláteis, degradação da clorofila e outras mudanças na cor, nas proteínas e membranas, no amaciamento, desordens fisiológicas etc. (BLANKENSHIP, DOLE, 2003).

Na maioria dos estudos 1-MCP foi aplicado em temperaturas que variam entre 20 a 25°. Temperaturas mais baixas também foram usadas, mas há uma relação entre concentração de 1-MCP, tempo e temperatura. Aplicações a baixas temperaturas não são efetivas em alguns produtos.

Em brócolis (*Brassica oleracea*) a aplicação de 1-MCP produziu melhores resultados a 20°C do que a 5°C, embora o efeito tenha ocorrido em ambas temperaturas (KU, WILLS, 1999). Able *et al.* (2002) também constatou que 20°C foi melhor para o tratamento do brócolis. Em maçãs, uma dada concentração de 1-MCP teve menos efeito sobre a firmeza quando a temperatura de armazenamento foi abaixada (MIR *et al.*, 2001), o que sugere que baixas temperaturas podem baixar a afinidade do sítio de ligação para o 1-MCP. Uma relação foi notada entre o tempo de tratamento e a temperatura. Nove horas são requeridas para retardar o amadurecimento de maçãs à 3°C, enquanto que somente 6h foi necessário à altas temperaturas (DE ELL *et al.*, 2002).

Além dos fatores acima apresentados, as concentrações efetivas de 1-MCP variam amplamente e podem variar de acordo com a espécie ou até mesmo cultivar (HOFFMAN *et al.*, 2001). Por exemplo, a concentração mínima necessária para bloquear a ação do etileno foi de 2,5 nL L⁻¹ em cravos, enquanto em maçãs alguns estudos mostraram que apenas 1 nL L⁻¹ era necessário (JIANG, JOYCE, 2002; SISLER *et al.*, 1996a; FAN *et al.*, 1999). Vários estudos tem demonstrado que o tempo necessário para a aplicação de 1-MCP varia de 12 a 24 h (DONG *et al.*, 2001; ABLE *et al.*, 2002)

O estágio de desenvolvimento dos produtos deve ser considerado na aplicação de 1-MCP, uma vez que os efeitos variam com a maturidade da planta. Os efeitos do 1-MCP em damasco (*Prunus armeniaca*) decresce com o avanço do desenvolvimento (FAN *et al.*, 2000). Foi constatado que uma brassica folhosa

(couve) apresenta uma menor resposta ao 1-MCP comparada a uma brassica floral (brocolli), possivelmente devido às diferenças nas idades das folhas e diferenças inerentes entre folhas e flores (ABLE *et al.*, 2002a). Flores simples podem ser completamente protegidas do etileno, mas espigas ou flores de cacho [i.e. *delphinium* (*Delphinium*) e *gypsophila* (*Gypsophila paniculata*)], só podem ser parcialmente protegidas, provavelmente devido as diferenças nas idades dos tecidos (SISLER *et al.*, 1996a; NEWMAN *et al.*, 1998). A maturidade da banana foi o principal fator na resposta do fruto ao 1-MCP (HARRIS *et al.*, 2000).

A importância do intervalo de tempo entre a colheita e o tratamento com o 1-MCP varia com as espécies colhidas. Geralmente em produtos mais perecíveis, o 1-MCP deve ser aplicado o mais cedo possível após a colheita (ABLE *et al.*, 2002).

Em bananas tratadas com etileno o fruto teve que ser tratado com 1-MCP dentro de 24h para retardar o amadurecimento (JIANG *et al.*, 1999). A produção de etileno, amaciamento e escurecimento interno foram inibidos quando damascos e ameixas foram tratados com 1-MCP depois do armazenamento, mas não antes do armazenamento (DONG *et al.*, 2002).

O 1-MCP também tem sido utilizado através de aplicações múltiplas. Foi constatado que duas aplicações de 100 nL L⁻¹ de 1-MCP foi mais benéfico para reduzir a descoloração do mesocarpo do abacate induzida por etileno, do que apenas uma aplicação (PESIS *et al.*, 2002). Múltiplas aplicações durante o armazenamento de maçãs (Radichif) foi muito mais efetivo a mais altas temperaturas do que a (0°C) (MIR *et al.*, 2001). No entanto múltiplas aplicações de 1-MCP para brócolis não teve nenhum efeito experimental adicional comparado a uma única aplicação (ABLE *et al.*, 2002)

3.4.4 Respostas Fisiológicas e Bioquímicas a 1-Metilciclopropeno

A ação de 1-Metilciclopropeno (1-MCP) é mediada através da inibição da percepção do etileno de tecidos de plantas, através da competição do 1-MCP com o etileno pelo sitio receptor do etileno, impedindo que o etileno se ligue a proteína receptora (Figura 6 e 7) (SISLER *et al.*, 1996).

Desta forma a efetividade de inibição do amadurecimento e/ou senescência de frutos e vegetais é uma função da concentração do 1-MCP aplicado, até a saturação

dos sítios de ligação. Dependendo do produto, a inibição das respostas mediadas pelo etileno que persistam indefinidamente pode ser desejável, principalmente no caso de vegetais folhosos, mas para frutos, a recuperação da inibição do amadurecimento, induzida por 1-MCP é essencial para prover um produto amadurecido que seja aceitável para o consumidor (WATKINS, 2006).

Sisler, Serek (1997) propuseram um modelo de como 1-MCP reage com o receptor do etileno, no qual propõem que a afinidade de 1-MCP para o receptor é aproximadamente 10 vezes maior do que a do etileno, e que, comparado com o etileno, o 1-MCP é ativo em concentrações muito mais baixas.

A abrangência e a longevidade da ação do 1-MCP são afetadas pela espécie, cultivar, tecidos e modo de indução da biossíntese do etileno. O efeito “concentração X tempo” é evidente, levando-se em conta que longos períodos de exposição são necessários para baixas concentrações de 1-MCP, visando-se obter os mesmos efeitos fisiológicos (SISLER, SEREK, 1997). Alguns produtos, como ervilha, requerem mais altas concentrações (40 nl L^{-1}) do que cravos ($2,5 \text{ nl L}^{-1}$) e bananas ($0,7 \text{ nl L}^{-1}$), sugerindo que novos receptores são produzidos em tecidos em desenvolvimento (ervilhas) ou que o tecido apresenta baixa afinidade a 1-MCP (bananas) (SISLER, SEREK, 2003).

A síntese de novos sítios de ligação também pode ser afetada pela temperatura. Em bananas, temperaturas entre 30 e 40°C resulta na recuperação mais rápida do amadurecimento, enquanto a aplicação do 1-MCP a 2,5°C é menos efetiva do que a 15 e 20°C, sugerindo que a ligação do 1-MCP aos receptores do etileno a baixas temperaturas são incompletas (JIANG *et al.*, 2002, 2004).

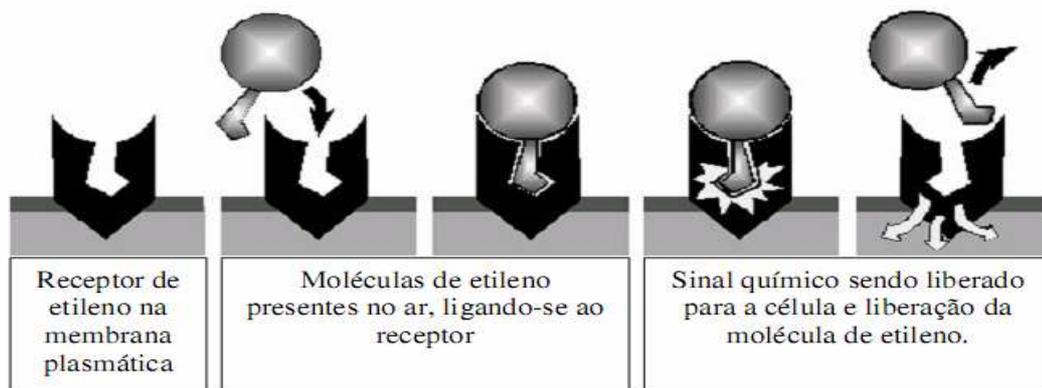


Figura 6: Ligação da molécula de etileno a seu respectivo receptor. Adaptado de Blankenship (2001).

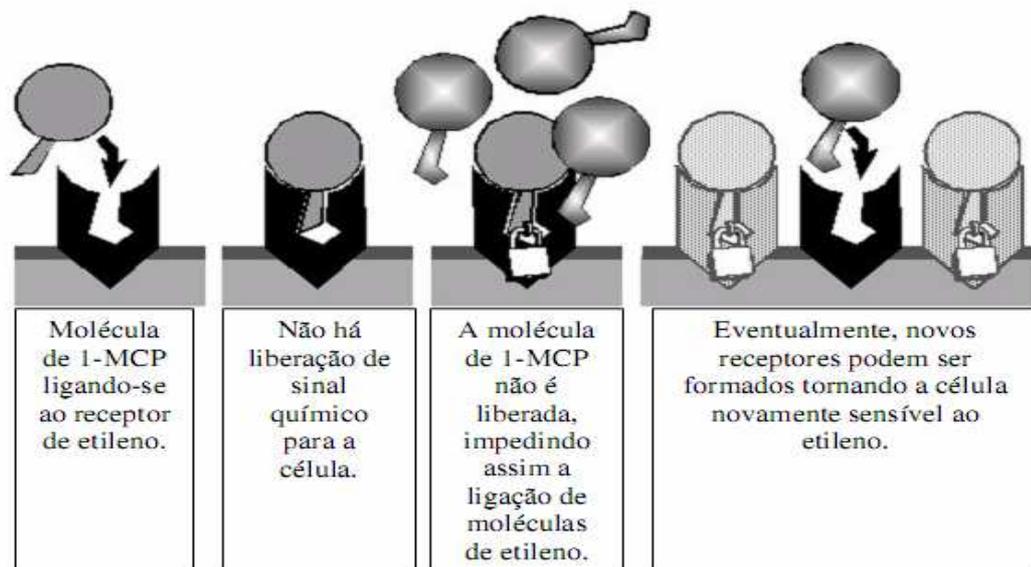


Figura 7: Ligação da molécula de 1-MCP ao receptor de etileno. Adaptado de Blankenship (2001).

Além de inibir a ligação e, portanto a ação do etileno, o 1MCP pode diminuir a produção do etileno através de alterações na síntese de enzimas responsáveis pela biossíntese do mesmo, uma vez que Nakatsuca *et al.*, (1997) demonstraram que a aplicação do 1MCP em tomates inibiu a síntese das enzimas ACC oxidase e sintase, fundamentais para a biossíntese do etileno e que da mesma forma, em bananas, maçãs, melão e pêra, foi observado a inibição da produção de etileno por 1-MCP, a qual foi acompanhada por uma menor expressão dos genes que codificam as enzimas ACS e ACO (LELIEVRE *et al.*, 1997; DEFILIPPI *et al.*, 2005) e menor atividade das mesmas (DEFILIPPI *et al.*, 2005).

Ergun *et al.* (2005) também reportam que a produção de etileno em frutos é geralmente inibida por tratamento com 1-MCP, embora que esse efeito possa ser variável. O declínio na produção de etileno foi muito mais lento em abacaxi tratado com 1-MCP do que nos não tratados (SELVARAJAH *et al.*, 2001), e maior produção de etileno tem sido observado em frutos e hortaliças dependendo do cultivar, maturidade ou concentração de 1-MCP, incluindo o abacate (HERSHKOVITZ *et al.*, 2005), banana (GOLDIN *et al.*, 1998), pabelo (MULLINS *et al.*, 2000), morango (TIAN *et al.*, 2000), repolho chinês (PORTER *et al.*, 2005) e salsa (ELLA *et al.*, 2003).

Em leveduras foi demonstrado que *etr1* e *ers1*, genes que codificam as proteínas de ligação do etileno, mostram igual sensibilidade ao 1-MCP (HALL *et al.*, 2000). No entanto, pouca informação esta disponível sobre a expressão desses genes em frutos e hortaliças. Entretanto a acumulação de cópias de DNA para genes que codificam ERS diminuíram em maçãs tratadas com 1-MCP (DEFILIPPI *et al.*, 2005). Rassori *et al.* (2002) constataram que o 1-MCP não afeta a transcrição do gene PP-ETR1, mas regula reduzindo a expressão do PP-ERS1. A recuperação da inibição pelo 1-MCP está associada com o aumento da acumulação de cópias de PP-ERS1. Em tomate, a recuperação da inibição do amadurecimento foi associada com a expressão aumentada do para ambos os genes ETR1 e ERS1 (TASSONI *et al.*, in press).

Os genes que codificam duas enzimas chaves da via da biossíntese do etileno, a ácido aminociclopropano carboxílico oxidase (ACO) e ácido 1-aminociclopropanocarboxílico sintase (ACS) e suas respectivas enzimas ativas, foi estudado em vários produtos (WATIKINS, 2006). Em bananas, maçãs, melão e pêra a inibição da produção de etileno por 1-MCP foi acompanhada por uma menor expressão dos genes dessas enzimas (LELIEVRE *et al.*, 1997; DEFILIPPI *et al.*, 2005) e, conseqüentemente, menor atividade de ACS e ACO (DEFILIPPI *et al.*, 2005). Em pêssigo a inibição da produção de etileno foi associada com a redução da atividade da ACO e uma redução na acumulação dos genes transcritos do PP-ACO2 e PP-ACO1 transcritos, mas a acumulação do ácido 1-aminociclopropano carboxílico em frutas tratadas e a expressão de PP-ACS1 e atividade da ACS não foram afetadas pelo tratamento (MATHOOKO *et al.*, 2001).

Nectarinas tratadas com 1-MCP em temperatura ambiente apresentaram menores acumulações dos transcritos das enzimas ACS, ACO1 e ACO2 do que frutos não tratados, mas o mesmo não ocorreu no armazenamento refrigerado

(BREGOLI *et al.*, 2005). A aplicação do 1-MCP desde o pré-climatérico até o início do climatérico inibiu as atividades da ACS e ACO e a transcrição de mRNAs da PA-ACO e PA-ERS1 os quais foram expressos em nível de traços (OWINO *et al.*, 2001).

Adicionalmente, a descontinuação da ação do 1-MCP resultou em super indução desses genes nos frutos. Em cítricos tratados com 1-MCP, o aumento induzido na produção de etileno foi associado com a maior acumulação dos transcritos ACC e ACS e em mais alta atividade enzimática (MULLINS *et al.*, 2000).

De acordo com Jeong *et al.* (2002) as taxas respiratórias da maioria dos produtos tratados foram diminuídas ou retardadas, especialmente em frutos climatéricos, onde estes aumentos, acompanham no climatérico o aumento da produção de etileno, e o pico das taxas respiratórias, sendo reduzidas pela aplicação de 1-MCP.

As taxas respiratórias aumentadas em morango tratados com etileno foram reduzidas por 1-MCP em frutas oriundas de colheitas mais precoces, mas não para frutos de colheitas mais atrasadas (TIAN *et al.*, 2000).

Bower *et al.* (2003) reportaram taxa respiratória mais elevadas em frutos de morango tratados com 1-MCP, o que foi associado com o início prematuro da senescência.

A degradação do amido às vezes é retardada em frutos tratados com 1-MCP (FAN *et al.*, 1999a). É de se esperar que o conteúdo de sólidos solúveis (SS) em produtos tratados seja mais elevado do que em produtos não tratados, devido à taxas respiratórias mais baixas. No entanto, esta pode ser mais elevada, mais baixa ou similar a da fruta não tratada dependendo do produto e das condições de armazenamento (FAN *et al.*, 1999a; WATKINS *et al.*, 2000; BENASSI *et al.*, 2003). O conteúdo de açúcares da banana não foi afetado pelo tratamento com 1-MCP (GOLDING *et al.*, 1998). No entanto, os conteúdos mais baixos de SS em bananas tratadas com 1-MCP foram associados com mais baixas concentrações de sacarose (DEFILIPPI *et al.*, 2004).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABELES, F. B.; MORGAN, P. W.; SALVEIT, M. E. **Ethylene in Plant Biology**, 2 ed. Califórnia: Academic Press, v.15, 1992.
- ABLE, A.J., WONG, L.S., PRASAD, A., O'HARE, T.J. 1-MCP is more effective on a floral brassica (*Brassica oleracea* var. *italica* L.) than a leafy brassica (*Brassica rapa* var. *chinensis*). **Postharvest Biology and Technology**, V.26, p.147-155, 2002.
- ALVES, R. E., FILGUEIRAS, H.A.C. Avances em tratamentos hidrotermico em frutos de papaya. Requerimentos de tratamentos cuarentenarios em frutas tropicales y subtropicales. CYTED-CONACYT: Proyecto XI. n.10, p.10, 1999.
- ARAUJO, F. A. R. **Biofertilizante bovino e adubação mineral no mamoeiro e na fertilidade do solo** Dissertação (Mestrado em Agronomia – Agricultura Tropical). Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia– PB.114p., 2007.
- AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 114 p, 1993.
- AZZOLINI, M.; JACOMINO, A.P.; BRON, I.U.; KLUGE, R. A.; SCHIAVINATO, M. A. Ripening of 'Pedro Sato' guava: study on its climacteric or non-climacteric nature. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v.17, p.299-306, 2005.
- BADILLO, V.M. Carica L. Vs. Vasconcellea St. Hil. (Caricaceae) con la rehabilitacion de este ultimo. **Ernista**, Macaray, v.10, n.2, p.74-79, 2000.
- BENATO, E. A.; CIA, P.; SOUZA, N L. Manejo de doenças de frutas pós colheita. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v.9, p.403-440, 2001.
- BENASSI, G., CORREA, G., KLUGE, R.A., JACOMINO, A.P. Shelf life of custard apple treated with 1-methylcyclopropene — an antagonist to the ethylene action. **Brazilian Archives of Biology Technology**. v.46, p.115–9.2003;
- BENNETT, A. B.; SMITH, G. M.; NICHOLS, B. G. Regulation of.- climacteric respiration in ripening avocado fruit. **Plant Physiology**. Rock. Vilee, v. 83. p. 973-976, 1987
- BIALE, J. B.; YOUNG, R. E. Respiration and ripening in fruits retrospect and prospect. In: FRIEND, J.; RHODES, M. J. C. **Recent Advances in the Biochemistry of Fruits and vegetables**. London: Academic Press, p.1-39, 1981.
- BLANKENSHIP, S. M. Ethylene effects and the benefits of 1-MCP. **Perishables Handling Quarterly**, North Carolina, n.108, 4p, 2001.
- BLANKENSHIP, S. M.; DOLE, J. M. 1-Methylcyclopropene: a review. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 28, n. 1, p. 1-25, 2003.
- BLEINROTH, E. W., SIGRIST, J. M. M. MATERIA PRIMA. In: Mamão. Campinas: ITAL, p.179-254, 1989.

BOTREL, N.; FREIRE, M. J.; VASCONCELOS, R. M.; BARBOSA, H. T. G. Inibição do amadurecimento de banana 'Prata-Anã' com a aplicação do 1-Metilciclopropeno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 53-56, 2002.

BOWER, J.H., BLASI, W.V., MITCHAM, E.J. Effects of ethylene and 1-MCP on the quality and storage life of strawberries. **Postharvest Biology and Technology**, v.28, p.417-23, 2003.

BRAPEX- Associação Brasileira dos Exportadores de Papaya Exportação. Apresenta informações sobre a exportação do mamão brasileiro Disponível em: www.brapex.net/index_1024.asp. Acesso em :02 fev 2007.

BREGOLI, A.M., ZIOS, I. V., BIONDI, S., RASORI, A., CICCIONI, M., COSTA, G. Postharvest 1-methylcyclopropene application in ripening control of 'Stark Red Gold' nectarines: temperature-dependent effects on ethylene production and biosynthetic gene expression, fruit quality, and polyamine levels. **Postharvest Biology and Technology**, v. 37, p.111-21, 2005.

CENCI, S. A.; FONSECA, M. J. O.; SILVA, O. F. Procedimentos pós colheita. In: FOLEGATTI, M. I. S.; MATSUURA, C. A. U. (Ed) **Mamão Pós-colheita**. Brasília – EMBRAPA: Informação tecnológica, p. 27-28, 2002.

CHAN JR., H. T., TAM, S. Y. T. Papaya poligalacturonase and its role in thermally injured ripening fruit. **Journal of Food Science**, v.46, p.190-197, 1981.

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

CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F. **Técnicas modernas em pós-colheita de frutas tropicais**. – Fortaleza: Instituto Frutal, p.171, 2006.

CODEVASF (Brasília, DF). **Relatório Anual**. Brasília, 120p.1989.

COUEY, H. M. Heat treatment for control of postharvest diseases and insect pests of fruits. **HortScience**, Alexandria, v.24, n.2, p. 198-202, 1989.

DANTAS, J. L. L.; MORALES, C. F. G. **Mamão no Brasil**. Cruz das Almas, BA: EUFBA/EMBRAPA-CNPMF, 1996.

DEBEAUFORT, F.; QUEZADA-GALLO, J.A.; VOILLEY, A. Edible films and coatings: tomorrow's packagings: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 38, n. 4, p. 299-313, 1998.

DeEll, J.R., MURR, D.P., PORTEOUS, M.D., RUPASINGHE, H.P. Influence of temperature and duration of 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatment on apple quality. **Postharvest Biology and Technology**, v.24, p.349-353, 2002.

DEFILIPPI BG, KADER AA, DANDEKAR, AM. Apple aroma: alcohol acyltransferase, a rate limiting step for ester biosynthesis, is regulated by ethylene. **Plant Science**, v.168, p.1199-210. 2005;

DEFILIPPI, B.G., DANDEKAR, A.M., KADER, A.A. Impact of suppression of ethylene action or biosynthesis on flavormetabolites in apple (*Malus domestica* Borkh) fruits. **Journal of the Agriculture and Food Chemistry**, v.52, p.5694–701, 2004.

DONG, L., LURIE, S., ZHOU, H.,. Effect of 1-methylcyclopropene on ripening of 'Canino' apricots and 'Royal Zee' plums. **Postharvest Biology and Technology**, v. 24, n.1, p.135-145, 2002

DONG,L.; ZHOUHONG,W.; SONEGO,L.; LERS,A.; LURIE,S. Ripening of ' Red Rosa' plums: effect of ethylene and 1methylcyclopropene. **Australian Journal of Plant Physiology**. 28,1039/1045, 2001.

DRAETTA,I.S.;SHIMOKOMAKI,M.;YOKOMIZO,Y.;FUJITA,J.T.;MENEZES,H.C.;BLEI NNROTH,E.W.Transformação bioquímicas do mamão (*Carica papaya*) durante a maturação.**Coletânea do Insrtituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas,v.6 p.395-408,1995.

ELLA, L., ZION, A., NEHEMIA, A., AMNON, L. Effect of the ethylene action inhibitor 1-methylcyclopropene on parsley leaf senescence and ethylene biosynthesis. **Postharvest Biology and Technology**, v.30, p.67–74, 2003.

ERGUN, M., JEONG, J. W., HUBER, D. J., CANTLIFFE, D. J. Suppression of ripening and softening of 'Galia' melons by 1-methylcyclopropene applied at preripe or ripe stages of development. **Horticultural Science**, v. 40, p.170–5, 2005.

FAN, X., ARGENTA, L., MATTHEIS, J.P.,. Inhibition of ethylene action by 1-methylcyclopropene prolongs storage life of apricots. **Postharvest Biology and Technology**, v.20, p.135-142, 2000.

FAN, X.T., BLANKENSHIP, S.M., MATTHEIS, J.P., 1-Methylcyclopropene inhibits apple ripening. **Journal of the Americam Society for Horticultural Science**, 1999a.

FAO- Food and Agriculture Organization. Papaya production and harvested area. Apresenta informações sobre produção e produtividade de mamão no mundo.Disponível em:<<http://www.faostat.fao.org/>.Acesso em 19 mar .2007.

FERREIRA, F. R., GIACOMETTI, D. C. Variedades de mamão e germoplasma útil ao melhoramento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MAMOIEIRO,2, Jaboticabal. **Anais...** p.363-376, 1988.

FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de olericultura**: cultura e comercialização de hortaliça. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Ceres, v.2, 357p, 1982.

FOLEGATTI, M. I. S.; MATSSUURA, F. C. U. Produtos. In: FOLEGATTI, M. I. S.; MATSUURA, C. A. U. (Ed) **Mamão Pós-colheita**. Brasília – EMBRAPA: Informação tecnológica, p. 50-55, 2002.

GIANNONI, A. J., MENEGUCI, R. F. S. Manuseio dos frutos do mamoeiro na casa de embalagem e transporte. **Toda fruta**. São paulo, 2005. Disponível em: <http://www.todafruta.com.br>. Acesso em: 18 dez 2006.

GOLDING, J. B.; SHEARER, D.; WYLLIE, S. G. ; McGLASSON, W. B. Application of 1-MCP and propylene to identify ethylene-dependent ripening processes in mature banana fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 14, n. 1, p. 87-98, 1998.

GORRIS, L.G.M.; PEPPELENBOS, H.W. Modified atmosphere and vacuum packaging to extend the shelf life of respiring food products. **HortTechnology**, v. 2, n. 3, p. 303-309, 1992.

HAGENMAIER, R.D.; BAKER, R.A. Wax microemulsions and emulsions as citrus coating. **Journal of the Agriculture and Food Chemistry**, v. 42, p. 899-902, 1994.

HALL, A. E.; FINDELL, J. L.; SCHALLER, G. E.; SISLER, E. C.; BLEECKER A. B. Ethylene perception by the ERS1 protein in Arabidopsis. **Plant Physiology**, v.123, p.1449-57, 2000.

HARRIS, D. R.; SEBERRY, J. A.; WILLS, R. B. H; SPOHR, L. J. Effect of fruit maturity on efficiency of 1-methylcyclopropene to delay the ripening of bananas. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.20 , p. 303-308, 2000.

HERSHKOVITZ, V., SAGUY ,S.I., PESIS, E. Postharvest application of 1-MCP to improve the quality of various avocado cultivars. **Postharvest Biology and Technology**, v.37, p.252-64, 2005

HOFMAN, P. J.; JOBIN-DÉCOR, M.; MEILBURG, G. F.; MACNISH, A. J.; JOYCE, D. C. Ripening and quality responses of avocado, custard apple, mango and papaya fruit to 1 methylcyclopropene. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Victoria, v. 41, p. 567-572, 2001.

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agrícola municipal: Quantidade e valor da produção, área plantada e colhida. Disponível em: <http://sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em 19 mar. 2007.

IBRAF-Instituto Brasileiro de Frutas. Informativo online. Apresenta informações sobre mercado do mamão. Disponível em: <http://sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em 19 mar. 2007.

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

JEONG, J., HUBER, D.J., SARGENT, S.A. Influence of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on ripening and cell-wall matrix polysaccharides of avocado (*Persea americana*) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v.25, p.241-56. 2002.

JIANG, Y. M.; JOYCE, D.C.; JIANG, W.B., LU W. J. Effects of chilling temperatures on ethylene binding by banana fruit. **Plant Growth Regulation**;v.43, p.109–15, 2004c.

JIANG, Y., JOYCE, D.C. 1-Methylcyclopropene treatment effects on intact and fresh-cut apple. **Journal of. Horticulturae. Science and. Biotechnology**, v.77, p.19-21, 2002.

JIANG, Y., Joyce, D.C., MACNISH, A.J., JIANG, Y.M., Softening response of banana fruit treated with 1-methylcyclopropene to high temperature exposure. **Plant Growth Regulation**. v.36, p. 7 -11, 2002.

JIANG, Y., JOYCE, D.C., MACNISH, A.J. Responses of banana fruit to treatment with 1-methylcyclopropene. **Plant Growth Regulation**, v.28, p.77-82, 1999b.

KADER, A. A. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 40, n. 5, p. 99-104, 1986.

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

KESTER, J.J.; FENNEMA, O.R. Edible films and coatings: a review. **Food Technology**, v. 40, n. 12, p. 47-59, 1986.

KROCHTA, J.M. Proteins as raw materials for films and coatings: definitions, current status, and opportunities. In: GENNADIOS, A. (Ed.). **Protein-based films and coatings**. Boca Raton: CRC Press. p.1-32 , 2002

KLUGE, R. A.; JACOMINO, A. P.; OJEDA, R. M.; BRACKMANN, A. Inibição do amadurecimento do abacate com 1-metilciclopropeno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 7, p. 895-901, 2002.

KU, V.V.V., WILLS, R.B.H. Effect of 1-methylcyclopropene on the storage life of broccoli. **Postharvest Biology and Technoly**,. v.17, p.127_/132, 1999.

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

LELIÉVRE, J. M.; LATCHÉ, A.; JONES, B.; BOUZAYEN, M.;PECH, J. C. Ethylene end fruit ripening. **Physiologia Plantarum**, Compenhagen, v. 101, p. 727-739,1997

MANICA, I. Cultivares e melhoramento do mamoeiro. *In*: MENDES, L. G., J. L. L. DANTAS, C. F. G. MORALES.. **Mamão no Brasil**. Cruz das Almas: EUFBA/EMBRAPA. p. 93-120, 1996.

MATHOOKO, F.M., TSUNASHIMA, Y., OWINO, W.Z.O., KUBO, Y., INABA, A. Regulation of genes encoding ethylene biosynthetic enzymes in peach (*Prunus persica* L.) fruit by carbon dioxide and 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**, v.21, p.265–281. 2001

MAYER, N. A.; RONCATTO, G. Variedades e seleção de plantas matrizes de mamoeiro (*Carica papaya* L.) **Toda Fruta**. São Paulo, 2004. Disponível em: <http://www.todafruta.com.br/>. Acesso em: 12/06/2007

MEDINA, J. C.; et al. **Mamão**: da cultura ao processamento e comercialização. Campinas: ITAL, 243 p, 1980.

MIR, N.A., CURELL, E., KHAN, N., WHITAKER, M., BEAUDRY, R.M. Harvest maturity, storage temperature, and 1-MCP application frequency alter firmness retention and chlorophyll fluorescence of 'Redchief Delicious' apples. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.126, p.618-624, 2001.

MULLINS, E.D., MCCOLLUM, T.G., MCDONALD, R.E. Consequences on ethylene metabolism of inactivating the ethylene receptor sites in diseased non-climacteric fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v.19, p.155–64, 2000.

NAKASONE, H.Y. Programa de Melhoramento de mamão no Havaí. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MAMOEIRO, 2, Jaboticabal. **Anais...** p.389-404, 1988.

NAKATSUKA, A.; SHIOMI, S.; KUBO, Y.; INABA, A. Expression and internal feedback regulation of ACC synthase and ACC oxidase genes in ripening tomato fruit. **Plant Cell Physiology**, Rockville, v.38, p.1103-1110, 1997.

NEWMAN, J.P., DODGE, L.L., REID, M.S. Evaluation of ethylene inhibitors for postharvest treatment of *Gypsophila paniculata* L. **Hort Technology** v.8, p.58-63, 1998.

OLIVEIRA, A. M. G.; SOUZA, L. F. S.; RAIJ, B. V.; MAGALHÃES, A. F. J.; BERNARDI, A. C. C. **Nutrição, calagem e adubação do mamoeiro irrigado**. Cruz das Almas – BA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA, 10p. (Circular Técnica 69), 2004.

OWINO, W.O., NAKANO, R., KUBO, Y., INABA, A. Differential regulation of genes encoding ethylene biosynthesis enzymes and ethylene response sensor ortholog during ripening and in response to wounding in avocados. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.127, n.1, p.520–527. 2002.

PÁDUA, T. Fisiologia pós-colheita, maturação controlada e armazenamento do mamão. **Informe Agropecuario**, 12 (134):59-62, 1986.

PESIS, E., ACKERMAN, M., BEN-AIRE, R., FEYGENBERG, O., FENG, X., APELBAUM, A., GOREN, R., PRUSKY, D. Ethylene involvement in chilling injury symptoms of avocado during cold storage. **Postharvest Biology and Technology**. V.24, p.171-181, 2002..

PHAN, C. Temperatura: Effects on metabolism. In: WEICHMANN, J. **Postharvest physiology of vegetables**. New York: Marcel Dekker. p. 173-180, 1987.

PINHEIRO, A.C.M.; VILAS BOAS, E.V.B.;MESQUITA, C.T. Ação do 1-metilciclopropeno (1-mcp) na vida de prateleira da banana 'maçã'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 1, p. 25-28, 2005

PORTER, K.L., COLLINS, G., KLIEBER, A. 1-MCP does not improve the shelflife of Chinese cabbage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 85, n.4, p.293–296 2005.

RASORI, A., RUPERTI, B., BONGHI, C., TONUTTI, P., RAMINA, A. Characterization of two putative ethylene receptor genes expressed during peach fruit development and abscission. Lancaster, **Journal of Experimental Botany**, v.53, n.379, p.2333–2339, 2002.

SALOMÃO, L. C. C.; SIQUEIRA, D. L. de; SANTOS, D.; BORBA, A. N. **Cultivo do mamoeiro**. Viçosa: Ed. da UFV, 73 p. 2007

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

SANCHES, J. Seleção de plantas de mamoeiro resistentes ao transporte.**Toda fruta**.São Paulo,2004. Disponível em: <http://www.todafruta.com.br/>. Acesso em:12/06/2007.

SELVARAJAH, S., BAUCHOT, A.D., JOHN, P. Internal browning in cold-stored pineapples is suppressed by a postharvest application of 1- methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**, v.23, p.167–70, 2001.

SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER. G. A **Biochemistry of Fruit Ripening**. London: Chapman & Hall, 454p, 1993.

SILVA, M. S. **Fisiologia da Maturação e Conservação Pós-Colheita de manga 'Rosa' Tratada com 1-Metilciclopropeno e minimamente Processada**. (Dissertação de Mestrado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2004.

SILVEIRA, N.S.da S.; MICHEREFF,S.J.; SILVA,I.L.S.do; OLIVEIRA,S.M.A. Doenças fúngicas pós-colheita em frutastropicais: patogênese e controle (Revisão). **Caatinga**, Mossoró, v.18, n.4, p.283-299, out./dez. 2005.

SISLER, E.C., SEREK, M. Compounds interacting with the ethylene receptor in plants. **Plant Biology**, v.5, p.473–80, 2003.

SISLER, E.C.; SEREK, M. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: recent developments. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.100, n.1, p.577-582, 1997

SISLER, E. C., DUPILLE, E., SEREK, M. Effect of 1- methylcyclopropene and methylenecyclopropene on ethylene binding and ethylene action on cut carnations. **Plant Growth Regulator**. v.18, p.79, 1996

SISLER, E.C., BLANKENSHIP, S.M. Methods of counteracting an ethylene response in plants. U.S. Patent Number 5,518,988, May 21, 1996.

SISLER, E. C.; SEREK, M. Inhibitor of ethylene responses in plants at the receptor level: recent developments. **Physiology Plantarum**, v. 100, p. 577-582, 1997.

SOUZA, J. L. Manejo orgânico de solos: a experiência da Emcaper. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n.4, p. 13-16, 2000.

SOUZA, G. **Características físicas, químicas e sensoriais do fruto de cinco variedades de mamoeiro (Carica papaya L.) cultivares Sunrise Solo e Formosa relacionadas ao ponto de colheita**. Tese (Mestrado em Fitotecnia)-Viçosa-MG, Universidade Federal de Viçosa-UFV, 82p.,1998.

SPONHOLZ, C. et al. Efeito do tratamento hidrotérmico e químico de frutos de banana "Prata" no controle da antracnose em pós-colheita. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, p.480-485, 2004.

TASSONI, A., WATKINS, C.B., DAVIES, P.J. The effect of 1-MCP treatment on ripening in tomato fruit: changes in ethylene, polyamines, and associated gene expression. **Journal of Experimental Botany**, in press.

THEOLOGIS, A.; LATIES, G.G. Respiratory contribution of the alternat path during various stages of ripening in avocado and banana fruits. **Plant Physiology**, Rockville, v. 62, p. 249- 255, 1978

TIAN, M.S., PRAKASH, S., ELGAR, H.J., YOUNG, H., BURMEISTER, D.M., ROSS, G.S. Responses of strawberry fruit to 1-methylcyclopropene (1-MCP) and ethylene. **Plant Growth Regulator** , v.32, p.83–90, 2000.

VAN DROOGENBROECK, B.; KYNDT, T.; MAERTENS, I.; ROMEIJN-PEETERS, E.; SCHELDEMAN, X.; ROMERO-MOTOCHI, J.; VAN DAMME, P.; GOETGHEBEUR, P.; GHEYSEN, G. Phylogenetic analysis of the highland papayas (*Vasconcellea*) and allied genera (Caricaceae) using PCR-RFLP. **Theoretical and Applied Genetics**, v.108, p.1473-1486, 2004.

VENDRELL, M.; PALOMER, X. Hormonal control of fruit ripening in climateric fruits. **Acta Horticulturae**, n. 463. p. 325 – 334, 1997.

VENTURA, J.A.; COSTA, H. Controle de doenças em pós-colheita no mamão: estágio atual e perspectivas. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.28, n.2, p.137-138, 2002.

WATKINS, C.B., 2006.The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. **Biotechnology Advances** v.24, p. 389–409, 2006.

WATKINS, C.B., NOCK, J.F., WHITAKER, B.D. Responses of early, mid and late season apple cultivars to postharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) under air and controlled atmosphere storage conditions. **Postharvest Biology and Technology**, v.19, p.17–32, 2000.

WILLS, R.; McGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. Postharvest: an introduction to the physiology & handling of fruit, vegetables & ornamentals. Sydney: **UNSW Press**, 262p., 1998.

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

CAPÍTULO II

FISIOLOGIA E QUALIDADE DE MAMÃO 'GOLDEN' TRATADO COM 1-MCP EM TRÊS ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO

FISIOLOGIA E QUALIDADE DE MAMÃO 'GOLDEN' TRATADO COM 1-MCP EM TRÊS ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito inibitório do 1-metilciclopropeno (1MCP), um bloqueador da ação do etileno, sobre o amadurecimento de mamão 'Golden' aplicado em frutos nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4), visando aumentar o período de conservação pós colheita do fruto. Mamões selecionados nos estádios E2 e E3 foram tratados com 50 nL.Kg⁻¹L de 1-metilciclopropeno (1-MCP) e os do estádio E4 com 500 nL.Kg⁻¹L de 1-MCP durante 12 horas a 10°C. Os frutos foram provenientes da Fazenda Santa Terezinha e empacotadora Doce Mel situada no município de Mamanguape-PB, e os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-colheita do Centro de Ciências Agrárias da UFPB. Foi avaliado a fisiologia e qualidade pós colheita de mamão 'Golden' tratado com 1MCP. O 1MCP alterou o metabolismo do mamão 'Golden', afetando a taxa respiratória de frutos colhidos nos estádios E2 e E3, após 36 horas de aplicação do tratamento. O efeito do 1MCP foi evidente quando aplicado em frutos de estádio de maturação mais prematuro, sobretudo do estádio E2. O desenvolvimento da coloração amarela da casca, bem como o declínio da firmeza durante a maturação foram retardadas pelo tratamento com 1MCP.

Palavras-chave: *Carica papaya*, 1-MCP, taxa respiratória, atmosfera modificada.

PHYSIOLOGY AND QUALITY OF 'GOLDEN' PAPAYA TREATED WITH 1-MCP IN THREE MATURATION STAGES

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the inhibitory effect of 1-methylcyclopropene (1MCP), a blocker of ethylene action on ripening of 'Golden' papaya harvested in the maturation stages (E2) skin color was 10 to 25% yellow, (E3) skin color was 25 to 40% yellow, and (E4) skin color was 40 to 55% yellow (E4), aiming to increase the postharvest life of the fruit. Papaya fruits selected in the maturity stages E2 and E3 were treated with 50 nL.Kg-1L of 1-MCP and the maturity stage E4 with 500 nL.Kg-1L of 1-MCP for 12 hours at 10°C. Fruits were from the Fazenda Santa Terezinha - Doce Mel Packinghouse, located in the Mamanguape municipality, Paraíba State, Brazilian Northeast, and the experiments were carried on at the Laboratory of Postharvest Biology and Technology of the Centro de Ciências Agrárias of the Universidade Federal da Paraíba. It was evaluated the postharvest physiology and quality of 'Golden' papaya treated with 1-MCP. The 1-MCP changes in the metabolism of 'Golden' papaya, affected the respiratory rate of fruits harvested at the stages E2 and E3, followed 36 hours of fruit treatment. The effect of 1-MCP was more evident when applied to fruits of earlier maturity stages, mainly for the stage E2. The development of the yellow color of the skin, as well as the decline of fruit firmness during maturation, were delayed by 1-MCP treatment.

Key words: *Carica papaya*, 1-MCP, respiratory rate, modified atmosphere

1. INTRODUÇÃO

Originado na América, o mamoeiro (*Carica papaya* L.) é cultivado em mais de 40 países, sendo o Brasil o principal produtor mundial (FAO, 2007).

Apesar de ser o maior produtor mundial de mamão com uma produção de 1.600.000 toneladas, o Brasil vem exportando apenas 35 mil toneladas de frutos, ocupando terceiro lugar entre os países exportadores (BRAPEX, 2007).

As perdas em pós-colheita de mamão podem chegar em alguns casos a 75 %, sendo necessário o desenvolvimento de tecnologias para reduzir esses índices (VENTURA, COSTA, 2002).

No que diz respeito à fisiologia normal do produto, o mamão é um fruto climatérico cujas transformações resultantes do amadurecimento ocorrem rapidamente quando este é colhido fisiologicamente maduro. Essas mudanças são desencadeadas pela produção de etileno e aumento da taxa respiratória, que o caracteriza como um fruto bastante perecível pós-colheita (JACOMINO *et al.*, 2002). Para controle do amadurecimento.

Blankenship, Dole (2003) verificaram que este pode ser retardado por meio do uso de inibidores da ação do etileno, o 1-metilciclopropeno (1-MCP).

A refrigeração sendo a técnica mais utilizada para o controle do amadurecimento de frutos climatéricos, devido o seu efeito na redução da taxa metabólica e a velocidade das reações enzimáticas.

A associação da refrigeração com a utilização de um controlador da ação do etileno pode potencializar o controle do amadurecimento.

O 1- Metilciclopropeno (1-MCP) é uma nova ferramenta que tem sido utilizada com sucesso no controle do amadurecimento e na extensão da vida útil pós-colheita e manutenção da qualidade de produtos vegetais (BLANKENSHIP, DOLE, 2003; BOTREL *et al.*, 2002; HARRIS *et al.*, 2000; GOLDING *et al.*, 1998), sob condições normais e sob atmosfera modificada (SISLER, SEREK, 1997).

A ação do etileno é inibida quando o 1-MCP se liga aos receptores deste fitorregulador nos vegetais, retardando o processo de amadurecimento. Porém, para dar continuidade ao amadurecimento, novos sítios receptores devem ser sintetizados, retornando a sensibilidade dos frutos ao etileno. Portanto, o estágio de maturação em que o 1-MCP pode ser aplicado é determinante para que o controle do amadurecimento seja bem sucedido e, mais importante, que o amadurecimento

possa prosseguir normalmente (SISLER, SEREK, 1997), superado o efeito do 1-MCP.

A aplicação do 1-MCP foi liberada para produtos comestíveis em vários países, incluindo o Brasil. Portanto, tornando esse produto promissor para utilização na pós-colheita de produtos vegetais (PINHEIRO *et al.*, 2005). Vários estudos têm mostrado que o 1-MCP, além de inibir a ação do etileno, pode retardar o amadurecimento de muitos frutos climatéricos, como a banana (SISLER, SEREK, 1997) e o pêssego (KLUGE, JACOMINO, 2002).

Considerando a potencialidade do 1-MCP em controlar o amadurecimento de frutos, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito desse bloqueador da ação do etileno sobre a fisiologia e qualidade de mamão 'Golden' 36 horas após a aplicação.

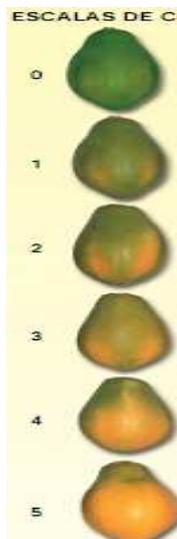
2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-colheita do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal da Paraíba/UFPB- Areia-PB.

2.1 Instalação e Condução do Experimento

Mamões do grupo Solo cultivar 'Golden', foram colhidos no mês de setembro e provenientes da empresa Frutas Doce Mel, localizada na Fazenda Santa Terezinha situada no município de Mamanguape-PB, Mesorregião da Mata Paraibana, que apresenta altitude média de 35m, situando-se entre as coordenadas geograficas 06° 50' 19"S de latitude e 35° 07' 34"W de longitude. A precipitação média anual é de 1.634.2 mm. O período chuvoso começa no outono tendo início em fevereiro e término em outubro.

Os frutos foram colhidos manualmente, evitando-se impactos, entre 7 e 8 horas da manhã, selecionados quanto à maturidade (utilizando-se a escala da Figura 1), ausência de danos físicos ou fisiológicos, de doenças, e acondicionados em caixas plásticas forradas com plástico bolha, sendo imediatamente transportados ao packinghouse.



- Estádio 0 - fruto crescido e desenvolvido (100% verde);
- Estádio 1 - fruto com até 15% da superfície amarela;
- Estádio 2 - frutos com até 25% da superfície amarela (1/4 madura);
- Estádio 3 - frutos com até 50% da superfície amarela;
- Estádio 4 - frutos com 50 a 75% da superfície amarela;
- Estádio 5 - frutos com 100% da superfície amarela

Figura 1: Escalas visuais de maturação dos mamões 'Golden' (System Approach).

No packinghouse os frutos foram lavados com água contendo 100ppm de cloro livre em tanque de lavagem sendo conduzidos em esteiras dotadas de sistema de rolos e escovas. Em seguida foi realizada seleção manual em esteira, sendo removidos frutos danificados ou fora da faixa de maturidade, seguindo para esteira classificadora onde os frutos foram separados por peso e tamanho.

Os mamões foram submetidos ao tratamento hidrotérmico, sendo mergulhados em tanques com água a $45^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 40 minutos e em seguida transferidos para tanque com água a temperatura de 10°C por 15 minutos (Figura 2).

Em seguida, para aplicação de cera e tratamento antifúngico, frutos foram imersos durante oito segundos em solução composta por 100L de água, 30L de cera com formulação líquida à base de carnaúba e resinas de colofonia (Aruá®), adicionada de 40 mL do fungicida Prochloraz do grupo dos imidazoles (Sportak®).

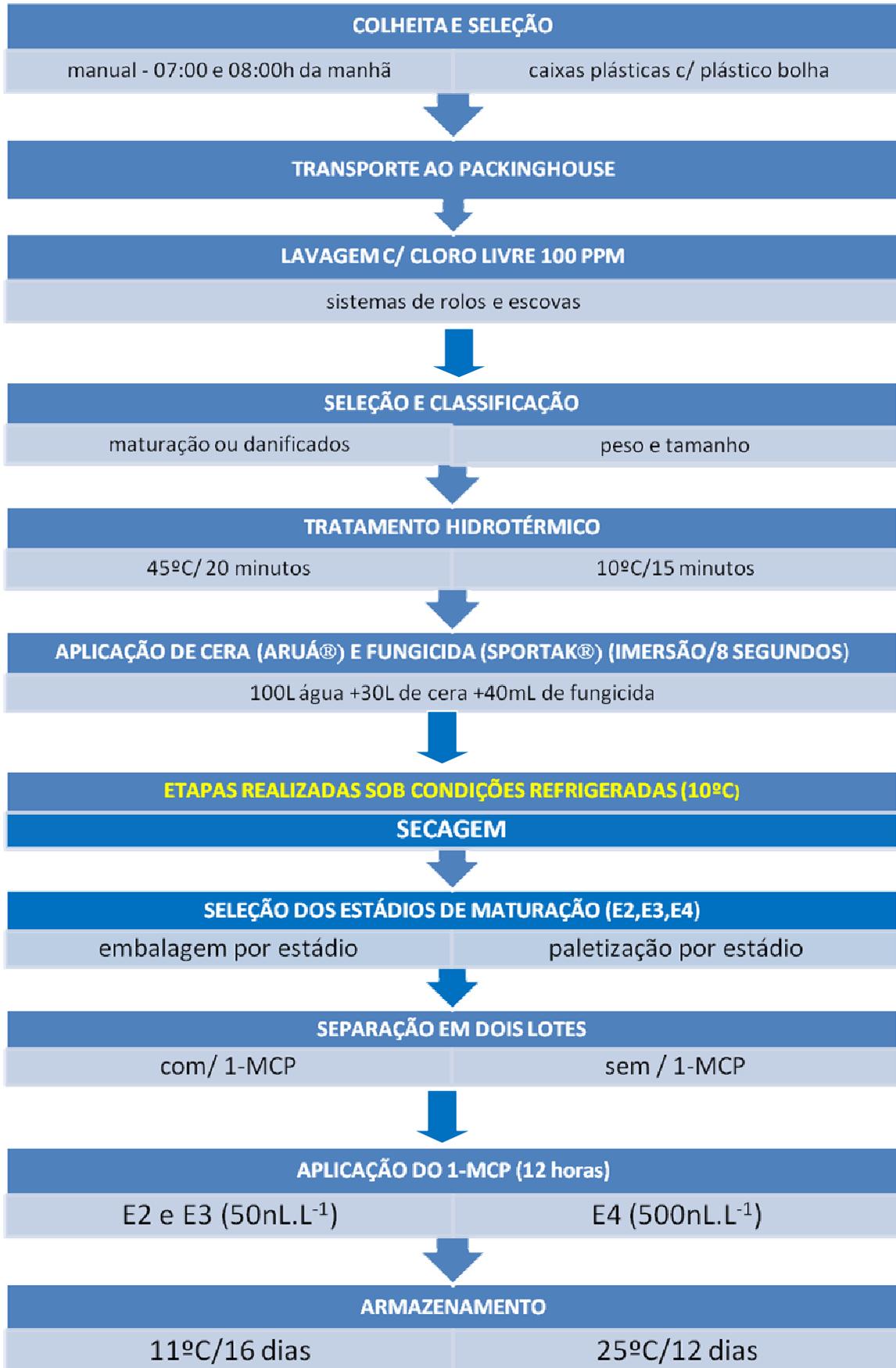


Figura 2: Fluxograma das etapas do preparo de mamão 'Golden' no packinghouse tratados com 1-MCP.

Em seguida, os frutos foram transferidos para ambiente refrigerado a $11^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, onde foram deixados a secar e selecionados quanto ao estágio de maturação de acordo com a escala apresentada na Tabela 1, tomando como base a escala de cores do System Approach (Figura 1). Sendo os frutos dos estádios E2, E3 e E4 (Figura 3), embalados em caixas de papelão corrugado com capacidade para 20 frutos, paletizados e separados em dois lotes.



Figura 3: Mamão 'Golden' nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4).

Os frutos de cada estágio foram separados em dois lotes, sendo um desses submetido ao tratamento com 1-MCP (SmartFresh® - 0,14% i.a.). Frutos dos estádios E2 e E3 foram tratados com 50 nL.L^{-1} de 1-MCP. Frutos do estágio E4 foram tratados com 500 nL.L^{-1} de 1-MCP durante 12 horas a $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e 90% de UR, outro lote (controle) recebeu 0 nL.L^{-1} de 1-MCP, compondo os tratamentos descritos na Tabela 2.

A aplicação de 1-MCP foi realizada em frutos acondicionados nas caixas sobrepostas no interior de tenda plástica estrutura em tubos de PVC, com dimensões de $135 \text{ cm} \times 163 \text{ cm} \times 183 \text{ cm}$ e volume interno de 4 m^3 , montada sobre assoalho forrado com plástico e hermeticamente lacrada com fita adesiva (Silver

Tape) entre o plástico do assoalho e a parte inferior da tenda para retenção do 1-MCP gasoso.

Tabela 1. Descrição dos Estádios de maturação, de acordo com a cor da casca, de mamão 'Golden' proveniente da Zona da Mata Paraibana (MAMANGUAPE - PB, 2008).

| Est. | | Coloração |
|------|------|--|
| Nº | Cód. | |
| 1 | E 1 | Frutos no início do amadurecimento, apresentando na casca as primeiras listras amarelas, com até 10% da superfície amarela, envolvida por cor verde; |
| 2 | E 2 | Frutos com coloração da casca entre 10 e 25% da coloração amarela envolvida pela cor verde; |
| 3 | E 3 | Frutos com coloração da casca entre 25 e 40% da coloração amarela envolvida pela cor verde; |
| 4 | E 4 | Frutos com coloração da casca entre 40 e 55% da coloração amarela envolvida pela cor verde; |
| 5 | E 5 | Frutos com coloração da casca entre 55 e 70% da coloração amarela envolvida pela cor verde; |
| 6 | E 6 | Frutos com coloração da casca entre 70 e 85% da coloração amarela envolvida pela cor verde; |
| 7 | E 7 | Frutos com coloração da casca superior a 85% ou totalmente amarelos. |

O preparo do 1-MCP foi realizado em frascos de vidro de 40ml dotados com tampas plásticas. O 1-MCP nas quantidades equivalentes a cada concentração de 1-MCP gasoso foi adicionado aos frascos e em seguida adicionada água destilada em temperatura entre 40 e 60°C, fechando-se e a seguir agitando-se até completa dissolução do produto.

Para a obtenção das concentrações de 50 e 500 nL.L⁻¹, foram pesados 0,32 e 32 g do 1-MCP (14% i.a.) respectivamente, nos frascos e adicionados 5 e 16 ml de água com uma seringa no septo da tampa. Para a dispersão do 1-MCP gasoso no interior das tendas e das caixas, foi utilizado pequeno ventilador com bateria para a circulação do gás.

Tabela 2. Tratamentos com 1-MCP durante 12 horas, aplicados em mamão 'Golden' oriundo da Zona da Mata Paraibana (MAMANGUAPE – PB, 2008).

| CÓDIGO | ESTÁDIO | TRAT. 1MCP |
|---------------|----------------|-------------------|
| (-)1MCP - E 2 | E 2 | Sem (-) |
| (-)1MCP - E 3 | E 3 | Sem (-) |
| (-)1MCP - E 4 | E 4 | Sem (-) |
| (+)1MCP - E 2 | E 2 | Com (+) |
| (+)1MCP - E 3 | E 3 | Com (+) |
| (+)1MCP - E 4 | E 4 | Com (+) |

Os frutos foram embalados em caixas de papelão corrugado com capacidade para 20 frutos, em seguida os mamões foram transportados sob refrigeração em caminhão fechado até o Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-colheita do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da UFPB.

A caracterização da qualidade foi realizada aproximadamente 36 horas após a aplicação das doses de 1-MCP. Foram avaliadas características físicas e físico-químicas, em 4 repetições, sendo 5 frutos/repetição para cada tratamento, num total de 240 frutos.

Para avaliação da respiração sob atmosfera modificada, após o tratamento com 1-MCP, 12 frutos de cada tratamento foram acondicionados em caixas de papelão padronizadas em 1,8Kg e embaladas em filme de PVC de 13 cm de espessura para modificação da atmosfera (AM), perfazendo um total de 72 frutos, sendo 4 frutos por repetição e três repetições por tratamento.

As caixas sob atmosferas modificada (AM) de cada tratamento foram armazenadas sob condições ambientes (24° C e 75 % UR) durante seis dias. Nestas condições avaliou-se as concentrações de CO₂ e O₂ da atmosfera do interior das embalagens durante 6 dias usando o método de Facili (SHOLANDER, 1947).

2.1 Avaliações

Atividade Respiratória:

a) Produção de CO₂ dos frutos: determinada pela produção de CO₂ (mg kg⁻¹. h⁻¹) através de titulometria em três repetições (≈ 1000 g/repetição) para frutos nos diferentes estádios de maturação à temperatura ambiente (24 ± 2 °C). As amostras foram continuamente ventiladas com suprimento de ar desumidificado e isento de CO₂, proveniente de um compressor, numa vazão de 2,08 L/h (MARTINS, 2000). Os frutos foram colocados à respirar aproximadamente 36 h após o tratamento com 1-MCP, durante dez dias, sendo utilizados recipientes com capacidade de 6,4 litros revestidos internamente por papel alumínio fosco, com tampa hermeticamente fechada com silicone (Figura 4). A produção de CO₂ foi obtida através de cálculos estequiométricos;



Figura 4: Respiração dos frutos e determinação da respiração.

b) Concentrações de CO₂ e O₂ em mamão embalado com filme de PVC: Utilizou-se o método Facili, baseado na adaptação eudimétrica da metodologia de Bonnier & Mangin (THODAY, 1913), ajustado por SHOLANDER (1947) para medir CO₂ e O₂ de microamostras de atmosferas modificadas e controladas.

Firmeza (N): determinada individualmente em dois pontos distintos da região equatorial no fruto inteiro, com penetrômetro Magness Taylor Pressure Tester (DRILL PRESS STAND,CANADÁ) e os resultados expressos em Newtons.

Peso dos frutos íntegros e percentagem de polpa, casca e semente: obtido pela diferença entre o peso total e das demais partes constituintes do fruto. A partir do peso, calculou-se a percentagem de polpa, casca e semente; calculado através de pesagem direta, realizada em balança semi-analítica;

Comprimento e o diâmetro: medidos em centímetro com auxílio de paquímetro;

Clorofila total ($\mu\text{g}/100\text{g}$ da amostra): aproximadamente 500 mg da casca foram triturados em almofariz com areia lavada na presença de 5 mg de CaCO_3 e 5 ml de acetona 80% e, deixando extrair por 24 h no escuro a 4 °C, como modificações do método de Arnon (1985) por Silva (2004). Resultados calculados de acordo com fórmula descrita por Inskeep, Bloom (1985);

Carotenóides totais ($\mu\text{g}/100\text{g}$ da amostra): determinada utilizando a casca do fruto, de acordo com Silva (2004) e os resultados expressos em $\mu\text{g}/100\text{g}$.

pH: medido em potenciômetro digital, calibrado com soluções tampões de pH 7,0 e 4,0 a 25°C, conforme métodos da Association of Official Analytical Chemistrys – (AOAC, 1984).

Acidez titulável (AT - % ác. cítrico): foi determinada por titulometria com NaOH 0,1N, utilizando fenolftaleína como indicador, descrito nas Normas do Instituto Adolfo Lutz (SÃO PAULO, 1985).

Sólidos Solúveis (SS - %): medidos com refratômetro manual (AOAC, 1984).

Relação SST/ATT: quociente entre os SS e AT

Açúcares Redutores (AR) em (g) glicose/100g e Não Redutores (ANR) em (g) sacarose/100g e Açúcares solúveis totais (AST): foram realizados de acordo com

o método descrito nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (SÃO PAULO, 1985). Os açúcares solúveis totais foram obtidos pela soma de açúcares redutores e açúcares não-redutores.

Ácido ascórbico ($\mu\text{g}/100\text{g}$ da amostra): determinada por titulometria utilizando solução de 2,6 diclorofenolindofenol (DFI) a 0,1 % padronizada com ácido oxálico (AOAC, 1984).

Cor da casca: realizada através do Colorímetro portátil Minolta CA 300, o qual expressa a cor nos parâmetros: L^* (corresponde à claridade / luminosidade); a^* (define a transição da cor verde ($-a^*$) para a cor vermelha ($+a^*$)), b^* (representa a transição da cor azul ($-b^*$) para a cor amarela ($+b$) onde quanto mais distante do centro ($=0$), mais saturada é a cor); c^* (representa a vividez da cor (cor vívida, pálida)) e H^* (corresponde a intensidade da cor clara ou escura) (CALBO, 1989).

Delineamento Experimental e Análise Estatística: o delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial (3×2), em três repetições de 4 frutos por parcela para as análises físico-químicas e quatro repetições de 5 frutos por parcela para as avaliações físicas. Os fatores estudados foram 3 estádios de maturação (E2, E3 e E4) e presença ou ausência de 1-metilciclopropeno ((+) 1MCP, (-) 1MCP). Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e apresentando significância, as médias foram submetidas ao teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Produção de CO₂ dos Frutos: mamão 'Golden' colhido em estádios de maturação menos avançados alcançou pico climatérico mais tardiamente e com menores taxas de produção de CO₂ (Figura 5), o que ocorreu provavelmente devido a menor quantidade de açúcares disponíveis, em estádios menos avançados, para serem utilizados no processo respiratório para produzir a energia dando seqüência aos processos moleculares ligados a maturação e amadurecimento (BEN-YEHOSHUA, 1987).

Comportamento similar foi observado por Silva (2004), Morais *et al.*, (2002) e Mitcham, McDonald (1992) em manga da variedade Tommy Atkins.

O aumento na taxa respiratória é um evento secundário e depende dos níveis disponíveis de etileno. Segundo Chitarra, Chitarra (2005), muitos outros eventos secundários também ocorrem no climatérico tais como, o aumento do Ácido Ribonucléico (RNA), da síntese de proteínas e trocas na permeabilidade celular.

Fruto tratado com 1MCP nos estádios E2 e E3 e E4 apresentou atividade respiratória inferior ao controle e não foi observado a ocorrência de pico climatérico, com exceção do estádio E4, onde o 1MCP pareceu não ter mais influenciada na taxa respiratória de mamão, o que ocorreu provavelmente por se tratar de uma estádio de maturação muito avançado, onde todos os sítios de ligação dos receptores do etileno já estavam ligados ao etileno.

O aumento da taxa respiratória no amadurecimento é um processo característico dos frutos climatéricos, estando associado às mudanças da cor e textura dos frutos (BIALE, BARCUS, 1970). A máxima taxa respiratória, segundo Biale, Barcus (1970), reflete a elevada atividade metabólica dos frutos, caracterizando a máxima capacidade de consumo de substrato e também o ponto de maior aceitação degustativa.

Outros trabalhos também relatam a redução na taxa respiratória em frutos tratados com 1-MCP, como por exemplo, em mamão reportado por jacomino *et al.* (2002) e abacates (JEONG; HUBER; SARGENT 2002).

O padrão respiratório do mamão foi similar ao de frutos climatéricos, tais como banana (OLIVEIRA NETO, 2002), acerola (ALVES, 1993) e ciriguelas (MARTINS, 2000).

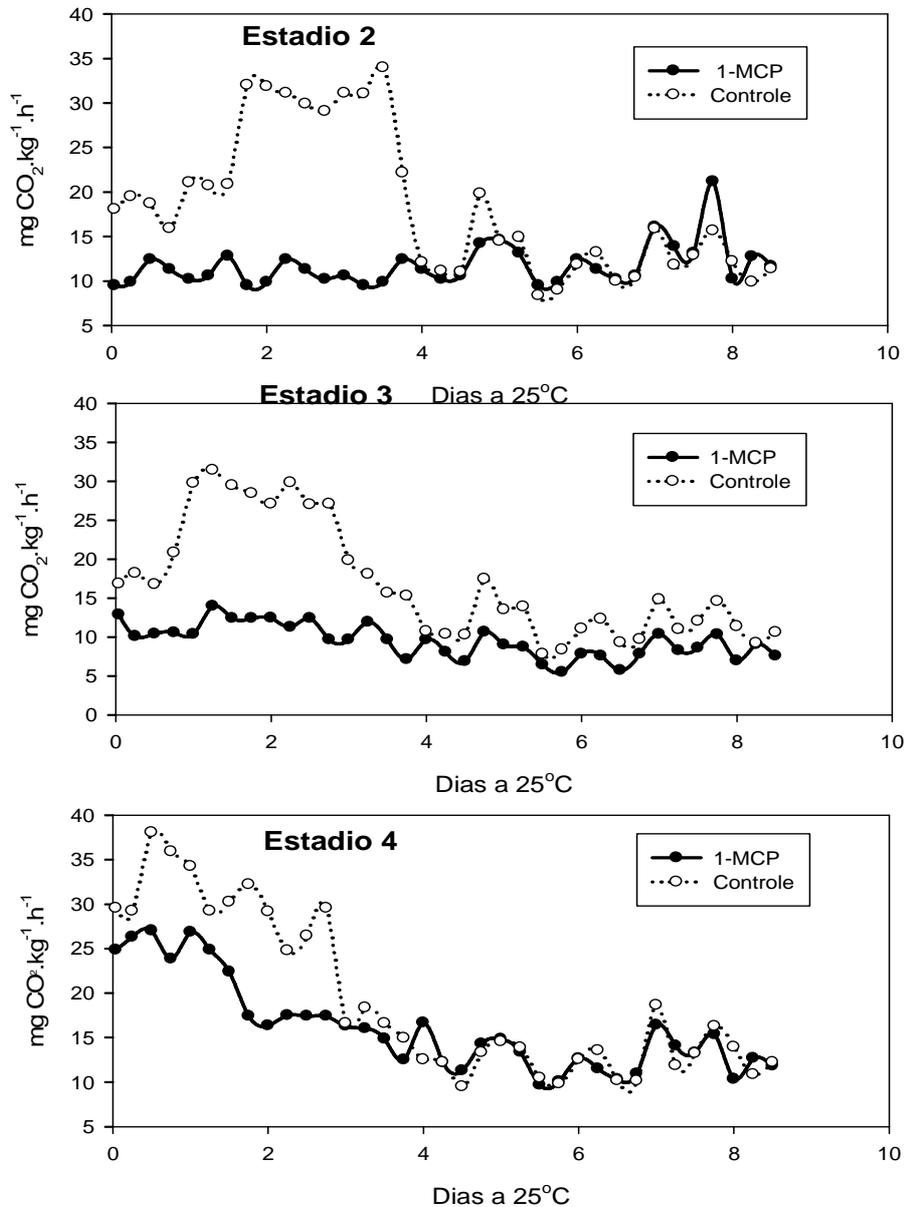


Figura 5 Taxa respiratória de mamão Golden' tratado (1-MCP) e não tratado (controle) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), após 36 horas do tratamento com 1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4), durante o armazenamento sob condições ambientes ($25 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ e $84 \pm 2\% \text{ UR}$). Estádios E2 e E3 (50 nL.L^{-1}) e E4 (500 nL.L^{-1}). (AREIA-PB, 2008).

3.2 Concentrações de CO_2 e O_2 em Mamão Embalado com Filme de PVC: a taxa respiratória de mamão mantido sob atmosfera modificada medida pelo consumo de O_2 e produção de CO_2 , pelo método Facilli, no interior da embalagem de PVC foi influenciada pelo uso do 1-MCP. Frutos tratados com 1-MCP apresentaram menor

consumo de O₂ e menor produção de CO₂ quando comparados com frutos não tratados, sobretudo para aqueles dos estádios E2 e E3. A influência de 1-MCP para frutos do estádio E4 foi menos evidente quando comparados a estádios mais prematuros (Figura 6).

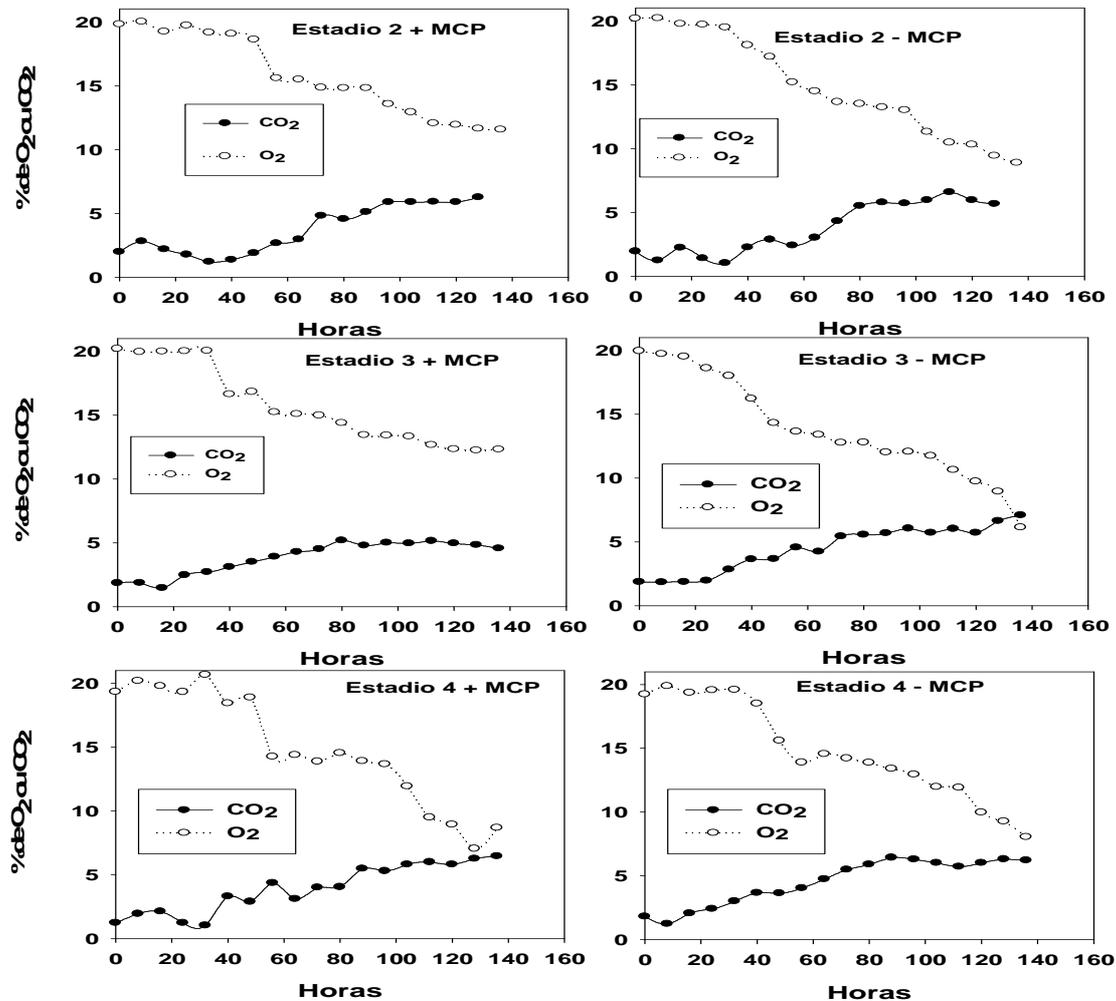


Figura 6. Taxa respiratória sob atmosfera modificada (AM) de mamão 'Golden' tratado ((+)1-MCP) e não tratados ((-)1MCP), com 1- metilciclopropeno (1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4), durante 6 dias de armazenamento sob AM por filme de PVC (13 cm de espessura) e sob condições ambientes (25 ± 1 °C e 84 ± 2 UR). Estádios E2 e E3 (50 nL.L^{-1}) e E4 (500 nL.L^{-1}) (AREIA, 2008).

3.3 Peso Fresco, Comprimento, Diâmetro e Componentes do Fruto: apesar das diferenças significativas observadas dentro de um mesmo estádio de maturação, o tratamento com 1-MCP não influencia nos valores desses parâmetros.

O peso fresco (g) dos frutos de mamão aumentou significativamente durante a maturação. O peso total do fruto variou entre 467g, como valor mínimo para frutos no estágio de maturação E3, e 612g, como valor máximo, para o estágio de maturação E4 (Figura 7).

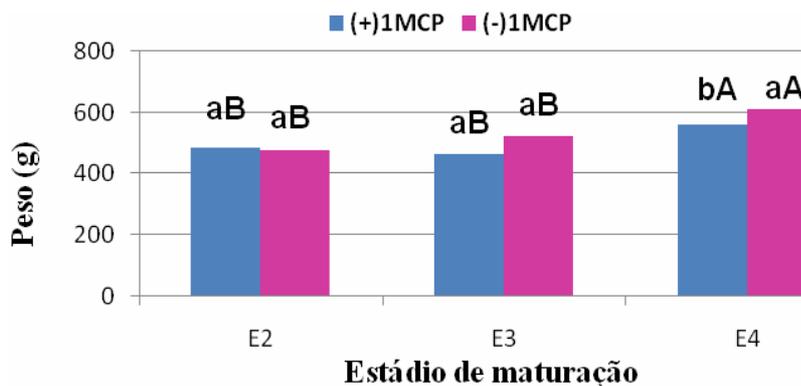


Figura 7. Valores médios de peso fresco (g) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno (1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L^{-1}) e E4 (500 nL.L^{-1}). Letras minúsculas comparam tratamento com 1-MCP no mesmo estágio de maturação e letras maiúsculas os estádios de maturação dentro do mesmo tratamento com 1-MCP (Areia – PB, 2008).

Os valores reportados neste experimento caracterizam a evolução, com a maturação, do peso do mamão ‘Golden’ do litoral Paraibano, e diferem dos valores reportados por Salomão *et al.*, (2007), que encontrou peso médio de 450g para frutos procedentes de pomares no Espírito Santo, bem como os dados de Albernaz *et al.*, (2003) que encontrou peso médio entre 318 e 480g para mamão ‘Golden’.

O percentual de polpa aumentou significativamente com a maturação. Foi observada uma variação dos valores nas médias de rendimento de polpa, de 73,5% para o estágio E3, como menor valor, e 78,5% para o estágio E4, o qual representou maior valor (Figura 8).

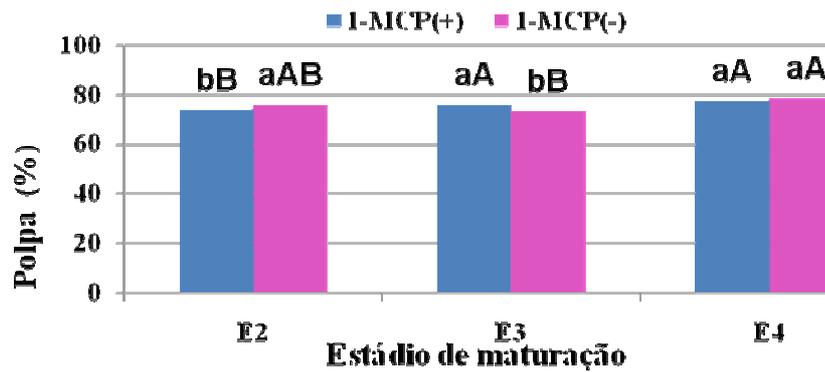


Figura 8. Valores médios de polpa (%) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno (1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L^{-1}) e E4 (500 nL.L^{-1}). Letras minúsculas comparam tratamento com 1-MCP no mesmo estágio de maturação e letras maiúsculas os estádios de maturação dentro do mesmo tratamento com 1-MCP (Areia – PB, 2008)

O diâmetro e comprimento (cm) do fruto (Figura 9) aumentaram significativamente com a maturação. Os valores mínimo e máximo para o comprimento oscilou entre 12,4 cm para E2 e 13,49 cm para E4. Enquanto que, para o diâmetro oscilou entre 9,0 (E3) e 9,68 cm (E4).

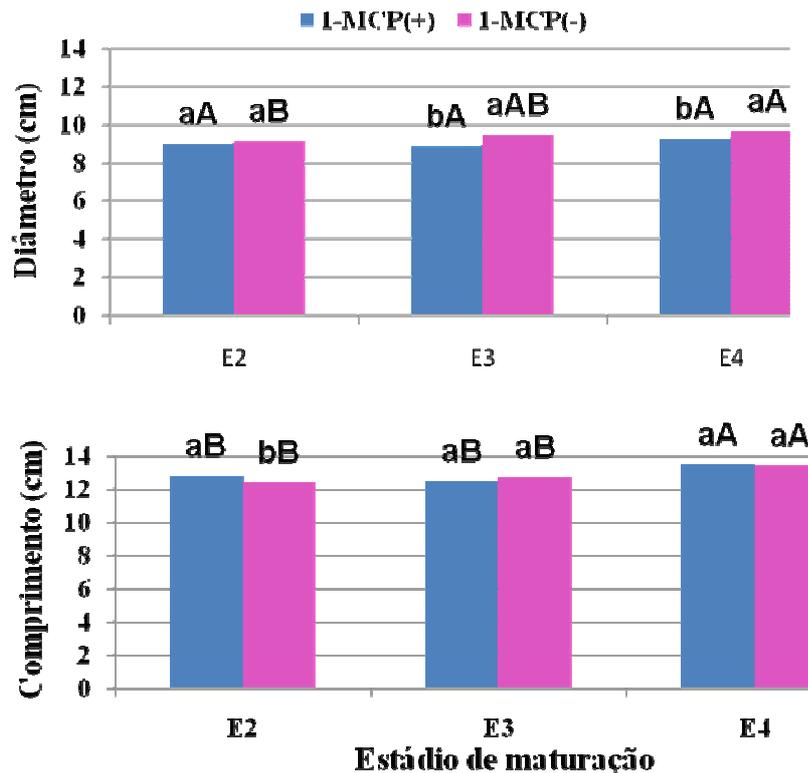


Figura 9. Valores médios de diâmetro (cm) e comprimento (cm) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno (1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L^{-1}) e E4 (500 nL.L^{-1}). Letras minúsculas comparam tratamento com 1-MCP no mesmo estágio de maturação e letras maiúsculas os estádios de maturação dentro do mesmo tratamento com 1-MCP (Areia – PB, 2008)

Os valores de comprimento estão de acordo com os dados reportados por Albernaz (2003) que encontrou valores oscilando entre 12,6 e 14,2 cm, mas diferem em relação ao diâmetro, reportado por este autor, que oscilou entre 7,2 e 8,3 cm.

O tamanho de um fruto, embora seja utilizado como índice de maturidade para frutos, pode variar largamente com as condições edafoclimáticas (HULME, 1970). No entanto, a avaliação desse parâmetro é bastante importante para a classificação, embalagem e transporte dos frutos e nas operações de processamento, pois facilita o corte, descascamento ou seleção para a obtenção de produtos uniformes (CHITARRA, CHITARRA, 2005; KAYS, 1997).

O percentual de casca e sementes (Figura 10) diminuiu significativamente com os estádios de maturação. Os valores obtidos para o percentual de casca não ultrapassaram 13% do peso total do fruto, com valores máximo de 12,86% para o

estádio (E3) e mínimo de 8,95% para o estágio 4 (E4). As sementes não constituíram mais de 15% do peso total do fruto, variando entre 11,63 % e 14,64%.

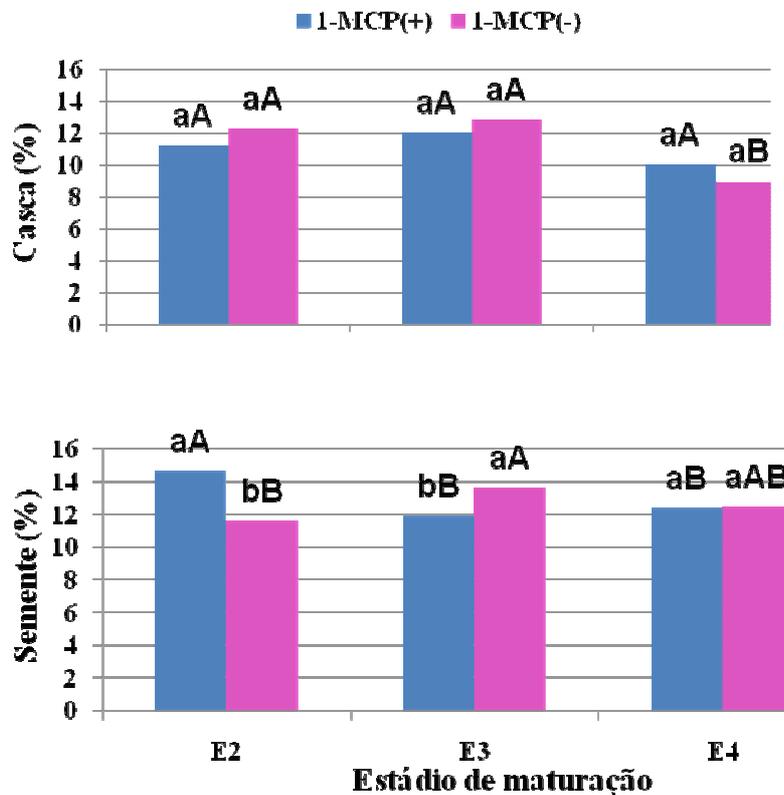


Figura 10. Valores médios de casca (%) e semente (%) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno (1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹). Letras minúsculas comparam tratamento com 1-MCP no mesmo estágio de maturação e letras maiúsculas os estádios de maturação dentro do mesmo tratamento com 1-MCP (Areia – PB, 2008)

3.4 Firmeza: a firmeza dos frutos declinou acentuadamente à medida que a maturação evoluía tanto nos frutos tratados com 1-MCP ((+)1-MCP) quanto nos frutos do tratamento controle ((-)1-MCP) (Figura 11). Frutos colhidos no estágio E2, E3, e E4 de maturação apresentaram firmeza de 38, 28 e 21N para (+)1-MCP e 28, 26 e 16N para (-)1-MCP.

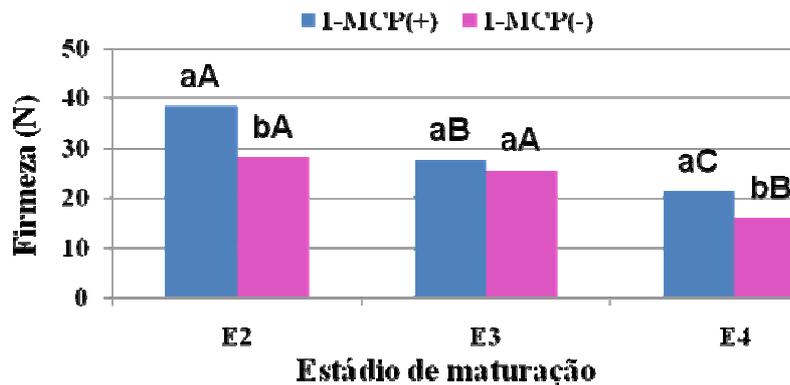


Figura 11. Valores médios de Firmeza (N) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno (1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹). Letras minúsculas comparam tratamento com 1-MCP no mesmo estágio de maturação e letras maiúsculas os estádios de maturação dentro do mesmo tratamento com 1-MCP (Areia – PB, 2008)

Segundo Pantastico *et al.*, (1984); Kays (1997), a perda da firmeza ocorre como o resultado da degradação dos polímeros da parede celular por enzimas que têm suas atividades geneticamente programadas e sincronizadas com o processo de amadurecimento. Esses processos são evidenciados pelo início do amolecimento da polpa que, no mamão “Golden” foi observado na transição dos estádios E2, E3 e E4, indicando que eventos moleculares que desencadeiam o amadurecimento dos frutos culminam com a formação das enzimas hidrolíticas responsáveis pela degradação dos polímeros de parede celular, a exemplo da celulose, pectina e hemicelulose.

Essa degradação ocorre pela ação das enzimas pectinametilesterase e poligalacturonase, evidenciando o amadurecimento do fruto (KAYS, 1997; SAMS, 1999). Provavelmente nos estádios menos avançados de maturação, as enzimas relacionadas ao amadurecimento, como por exemplo as pectinases ainda não estavam sintetizadas e ativadas no início do processo de amaciamento da polpa, além disso nos frutos colhidos mais precocemente a quantidade de proteínas receptoras para o etileno é menor (TREWAVAS, 1982).

Os resultados obtidos para a firmeza neste experimento foram mais baixos que os reportados por Bron, (2006), que para mamão ‘Golden’ “*in natura*” em estádios de maturação compatíveis aos avaliados neste experimento obteve médias

de firmeza de 58, 55 e 30N para o estágio E2, E3 e E4, respectivamente 24 horas após a colheita.

Foi observado diferença significativa entre os tratamentos, onde os frutos tratados com 1-MCP apresentaram-se mais firmes, 36 horas após aplicação de 1-MCP, evidenciando que o tratamento com 1-MCP, foi eficiente na retenção da firmeza dos frutos principalmente no E2, provavelmente por diminuir a atividade das enzimas pectinolíticas através do bloqueio da ação do etileno causado pela ligação do 1-MCP aos receptores do etileno, uma vez que Sisler, Serek (1997) afirmam que o 1-MCP compete com o etileno pelo sitio receptor, impedindo que o etileno se ligue a proteína receptora. Ou diminuição da produção de etileno, através de alterações na síntese de enzimas responsáveis pela biossíntese do etileno, impedindo seu efeito (NAKATSUCA *et al.*, 1997).

3.5. Sólidos Solúveis (SS): os teores de sólidos solúveis totais (SS) aumentaram com o avanço da maturação de mamões tratados ((+)1-MCP) e não tratados ((-)1-MCP) com 1-MCP. Frutos em estágio de maturação mais avançado apresentaram maiores médias de SS (Figura 12).

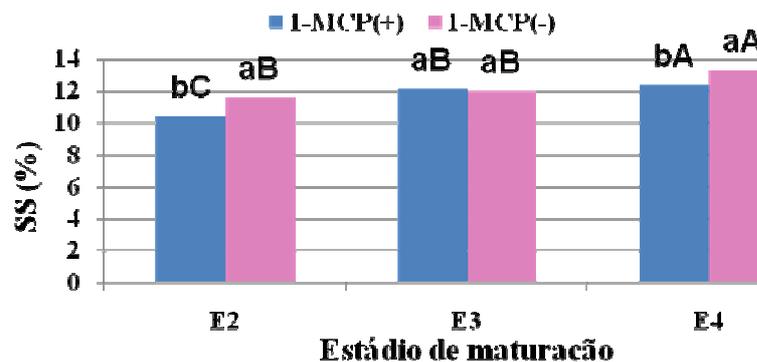


Figura 12. Valores médios de sólidos solúveis (SS) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno (1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L^{-1}) e E4 (500 nL.L^{-1}). Letras minúsculas comparam tratamento com 1-MCP no mesmo estágio de maturação e letras maiúsculas os estádios de maturação dentro do mesmo tratamento com 1-MCP (Areia – PB, 2008)

O teor de sólidos solúveis fornece um indicativo da quantidade de açúcares solúveis presente nos frutos, embora outras substâncias também estejam dissolvidas. Desta forma, os frutos colhidos em estágio de maturação mais avançado proporcionam uma maior doçura ao consumidor devido ao aumento nos teores de açúcares simples.

Durante a maturação o teor de sólidos solúveis tende a aumentar devido a biossíntese de açúcares solúveis ou à degradação de polissacarídeos de reserva a exemplo do amido (CHITARRA, CHITARRA, 2005).

A relação fonte-dreno desempenha papel chave no desenvolvimento de frutos, principalmente no que diz respeito ao acúmulo de açúcares. A força de dreno influencia o nível de açúcares como a frutose, sacarose e glicose que são também responsáveis pelo sabor do fruto (ZHOU, PAULL, 2001).

Em trabalhos realizados com mamão por Selvaraj *et al.*, (1982), o conteúdo de sacarose aumentou de 2 a 5 vezes e menos pronunciadamente o conteúdo de frutose, 110 dias após a antese, em frutos mantidos na planta, coincidindo com a época de mudança da cor da casca. De acordo com Zhou, Paull (2001), o acúmulo de açúcares iniciou-se entre os 100 e 140 dias após a antese. O mesmo autor ainda afirma que a maior força de demanda por assimilados ocorre quando o fruto começa a mudar a sua coloração de verde para amarela.

No presente trabalho, os menores teores de SS correspondem aos frutos em estágio mais imaturo E2, o qual provavelmente acumulou menos açúcares antes da colheita.

Frutos tratados com 1MCP apresentaram teores mais baixos de SS em relação ao controle, 36 horas após o tratamento, com diferença significativa entre as médias dos estádios E2 e E4, o que se deve provavelmente à diminuição do metabolismo do fruto e conseqüente diminuição da degradação de polissacarídeos através do tratamento com 1-MCP. No estágio E3 estas diferenças não foram significativas ($P > 0,05$).

3.6 Acidez Titulável (AT): expressa em % de ácido cítrico; com o avanço da maturação, os frutos, independente do tratamento com 1-MCP apresentaram um leve aumento nos valores de AT (Figura13). Não houve diferença significativa, porém, foi observado uma variação nos valores das médias da % AT de 0,144%

para o estágio E4, como maior valor, e 0,121% para o estágio E2, o qual representou o menor valor. Da mesma forma, Lanza *et al.*, (1989); Wills, Widjanarko (1995) constataram que a AT tende a aumentar com o amadurecimento dos frutos.

O conteúdo de AT obtido para mamão 'Golden' neste experimento encontra-se na faixa reportada por Bron (2006).

O aumento nos teores de AT com a maturação ocorreu paralelamente ao declínio da firmeza dos frutos, o que pode ter contribuído em parte com o aumento da acidez, provavelmente devido a formação de ácido galacturônico, proveniente da degradação das pectinas (BRON, 2006)

De acordo com Chitarra, Chitarra (2005), geralmente durante a maturação, normalmente os frutos sofrem redução na acidez em função do aumento no metabolismo dos frutos após a colheita, resultando em maior consumo de ácidos orgânicos como substrato para o processo respiratório e maior conversão de açúcares simples.

O tratamento com 1-MCP resultou em frutos com acidez mais elevada ($P > 0,05$) em relação ao controle (-)1MCP nas 36 horas após o tratamento, o que sugere que o 1MCP foi capaz de retardar o metabolismo do fruto, possivelmente diminuindo o consumo de ácidos orgânicos como substrato para os processos respiratórios (CHITARRA, CHITARRA, 2005).

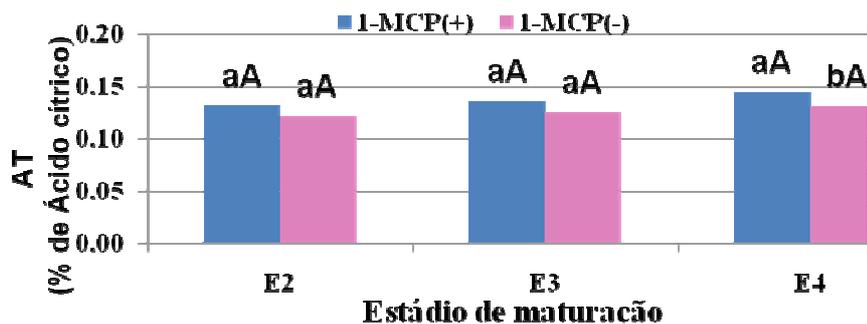


Figura 13. Valores médios de Acidez Titulável (AT) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno (1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L^{-1}) e E4 (500 nL.L^{-1}). Letras minúsculas comparam tratamento com 1-MCP no mesmo estágio de maturação e letras maiúsculas os estádios de maturação dentro do mesmo tratamento com 1-MCP (Areia – PB, 2008)

3.7 pH: não houve diferenças significativas no pH entre os estádios de maturação. Esse comportamento deve-se possivelmente ao estabelecimento de um poder tampão que é resultante da associação de sais de potássio com ácidos orgânicos que estão dissolvidos no suco celular (ULRICH, 1970). No entanto, foi observado que frutos do tratamento controle ((-)1MCP) apresentaram valores de pH inferiores (mais ácido) aos frutos tratados com 1-MCP, apresentando diferença estatística no estágio E2 e E4 (Figura 14).

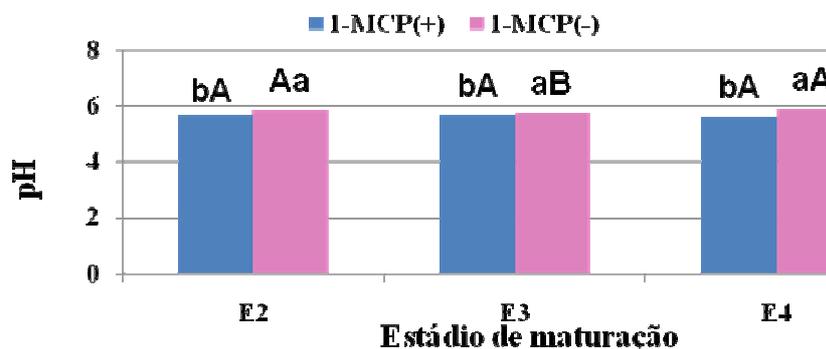


Figura 14. Valores médios de pH de mamão tratado ((+) 1-MCP) e não tratado ((-)1-MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno (1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹). Letras minúsculas comparam tratamento com 1-MCP no mesmo estágio de maturação e letras maiúsculas os estádios de maturação dentro do mesmo tratamento com 1-MCP (Areia – PB, 2008)

Estes resultados concordam com os obtidos para os teores de AT, que apresentou-se com teores mais elevados para os frutos (+)1MCP, o que sugere que o 1MCP foi capaz de retardar o metabolismo do fruto, diminuindo o consumo de ácidos orgânicos como substrato para os processos respiratórios (CHITARRA, CHITARRA (2005). O pH de mamões do grupo ‘Solo’ para consumo ao natural está dentro do intervalo de 5,17 e 5,57 (CHAN JÚNIOR *et al.*; 1971).

3.8 Relação SS/AT: a relação SS/AT de mamão ‘Golden’ independente do tratamento com 1MCP apresentou aumento significativo com avanço da maturação (Figura 15). Em relação ao tratamento com 1-MCP, os frutos (+)1MCP apresentaram

menor relação SS/AT, paralelamente aos menores valores SS e maiores teores de AT.

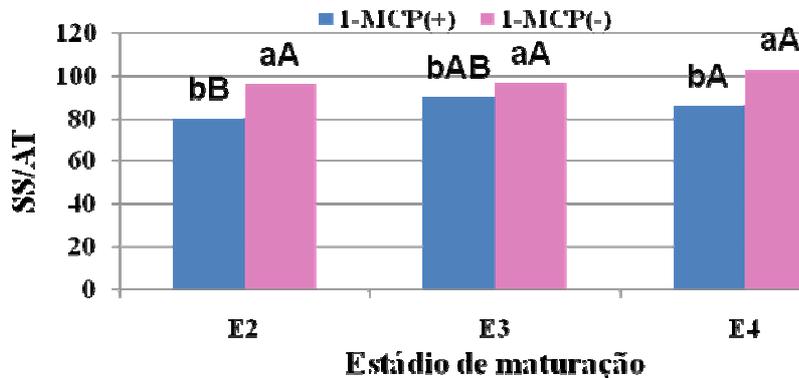


Figura 15. Valores médios da Relação SS/AT de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno (1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L^{-1}) e E4 (500 nL.L^{-1}). Letras minúsculas comparam tratamento com 1-MCP no mesmo estágio de maturação e letras maiúsculas os estádios de maturação dentro do mesmo tratamento com 1-MCP (Areia – PB, 2008)

A relação SS/AT é um dos indicadores mais utilizados para avaliar a palatabilidade do fruto e, portanto, a maturidade, sendo mais representativo que a medição isolada de açúcares ou da acidez, pois reflete o balanço entre açúcares e ácidos (CHITARRA, CHITARRA, 2005). Uma relação SS/AT elevada caracteriza uma polpa mais doce e com conteúdo mais baixo de acidez

3.9 Ácido Ascórbico: o teor de ácido ascórbico de mamões 'Golden', determinado 36 horas pós-colheita, aumentou significativamente à medida que a maturação evoluía, com maiores aumentos nas transições do estágio E2 para E3 em frutos (+)1-MCP e E3 para E4 nos frutos (-)1MCP (Figura 16).

Estes resultados concordam com os reportados por Selvaraj *et al.*, (1982); Bron (2006) que encontraram aumento nos teores de ácido ascórbico com a evolução da maturação do fruto.

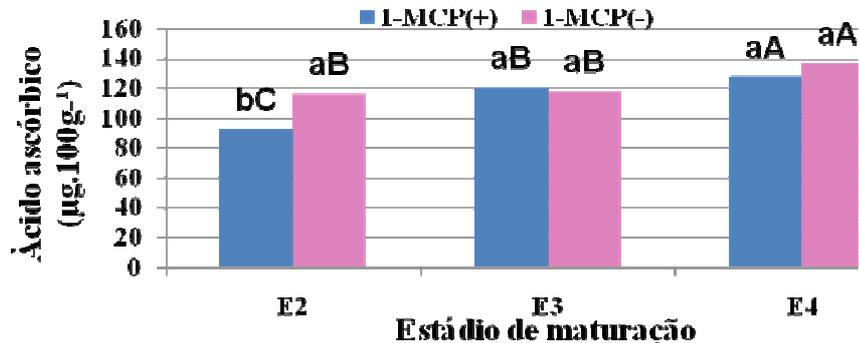


Figura 16. Valores médios de Ácido ascórbico ($\mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$), de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno (1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 ($50 \text{ nL} \cdot \text{L}^{-1}$) e E4 ($500 \text{ nL} \cdot \text{L}^{-1}$). Letras minúsculas comparam tratamento com 1-MCP no mesmo estágio de maturação e letras maiúsculas os estádios de maturação dentro do mesmo tratamento com 1-MCP (Areia – PB, 2008)

Mamões tratados com 1MCP apresentaram teores mais baixos de ácido ascórbico, comparados ao controle (Figura16). Wolucka, Van Montago (2003), propõem que a manose e a L-galactose são intermediários na via de síntese de ácido ascórbico em plantas, e sendo essas substâncias também precursores da biossíntese de carboidratos da parede celular, a degradação da parede celular durante o amadurecimento provê substratos para a síntese do ácido ascórbico. Desta forma, os baixos teores de ácido ascórbico que ocorreu paralelamente com a maior retenção da firmeza dos frutos tratados com 1-MCP, ocorreu provavelmente devido diminuição do metabolismo do fruto, diminuindo a disponibilização de substratos que iriam prover a síntese de ácido ascórbico.

3.10 Açúcares Redutores (AR), Não Redutores (ANR) e Açúcares Solúveis Totais (AST): os AR e ANR aumentaram com o avanço da maturação, provavelmente devido ao seu acúmulo durante a fotossíntese quando os frutos ainda estão ligados à planta (CHAN *et al.*, 1979; PAULL, (1996)). Os teores de AR, diferiram entre os estádios de maturação avaliados e pelo tratamento com 1MCP (Figura 17). Uma grande demanda de energia ocorre no sistema celular para dar continuidade aos intensos processos metabólicos durante a maturação de frutos

climatericos, tais como a hidrólise de carboidratos de cadeia longa e conseqüente aumento nos teores de glicose e sacarose, além de outros componentes do flavor (KAYS, 1997). O mamão apresenta teores de amido próximo a 0,5%, e, portanto uma quantidade pouco significativa para ser hidrolisada durante o amadurecimento (TUCKER, 1993; KOSIYACHINDA *et al.*, 1984; SELVARAJ *et al.*, (1982)) reportam que o adoçamento do fruto é originado pelo acúmulo de sacarose originada pela fotossíntese quando os frutos ainda estão presos a árvore.

Os resultados obtidos neste experimento indicam que em mamão os açúcares solúveis foram, em sua maior parte, acumulados quando o fruto estava ainda ligado à planta, provavelmente em função da fotossíntese (CHAN *et al.*, 1979; PAULL, (1996).

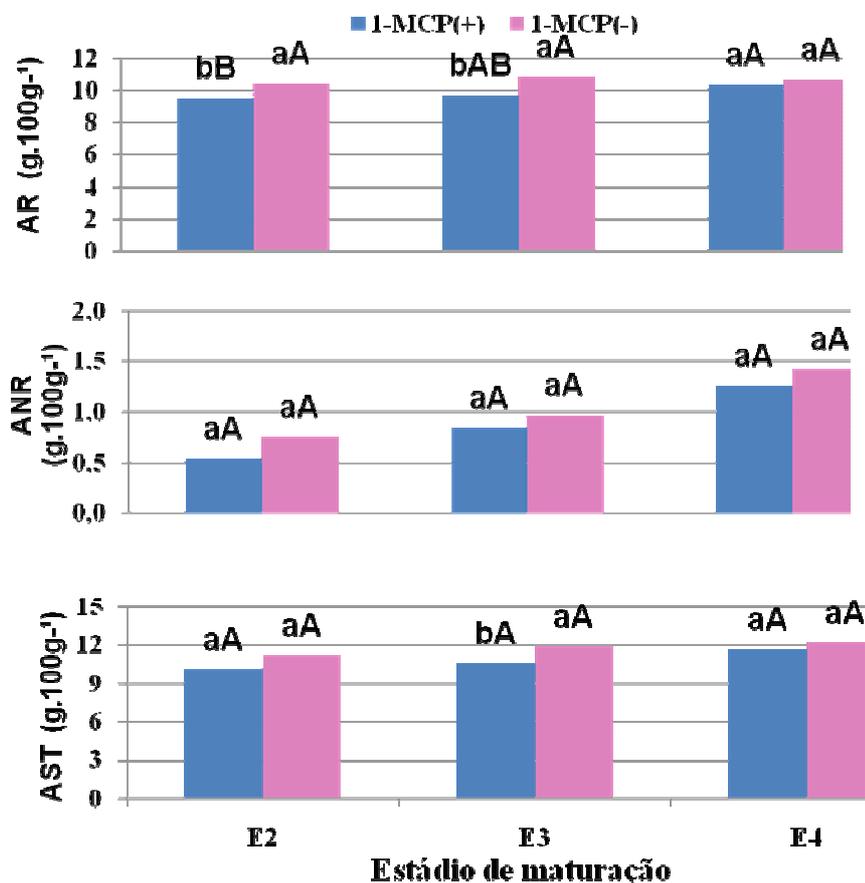


Figura 17. Valores médios de AR (açúcares redutores), ANR (açúcares não redutores) e AST (açúcares solúveis totais) em g.100g⁻¹ de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno (1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹). Letras minúsculas comparam tratamento com 1-MCP no mesmo estágio de maturação e letras maiúsculas os estádios de maturação dentro do mesmo tratamento com 1-MCP (Areia – PB, 2008)

3.11 Clorofila Total: o teor de clorofila total não diferiu significativamente com o avanço da maturação em frutos tratados com 1-MCP 36 horas após a aplicação do 1-MCP, embora tenha apresentado conteúdo de clorofila total mais elevado comparado aos frutos do tratamento controle (Figura 18).

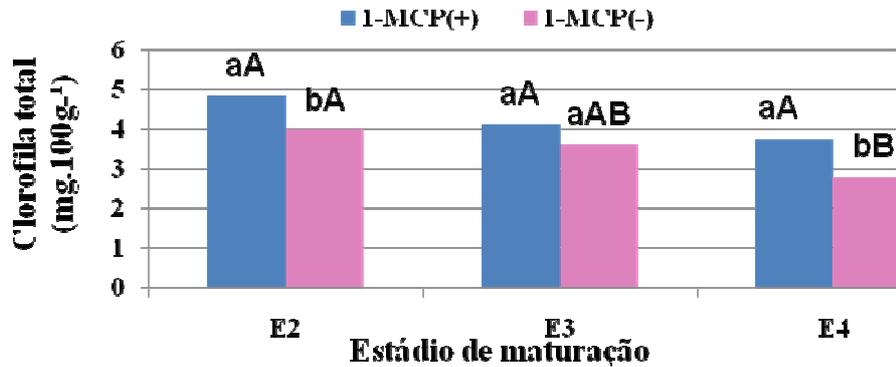


Figura 18. Valores médios Clorofilas totais (mg.100g⁻¹) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno (1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹). Letras minúsculas comparam tratamento com 1-MCP no mesmo estágio de maturação e letras maiúsculas os estádios de maturação dentro do mesmo tratamento com 1-MCP (Areia – PB, 2008)

A perda da cor verde deve-se a decomposição estrutural da clorofila, devido aos sistemas enzimáticos que atuam isoladamente ou em conjunto (CHITARRA, CHITARRA, 2005). A degradação da clorofila ocorre durante os processos de maturação e amadurecimento em função da atividade das enzimas clorofilases, peroxidases, também mediado pela ação direta da luz (HEATON *et al.*, 1996; IKEMEFUNA *et al.*, 1984). A evolução da cor, no entanto, pode ser dependente ou independente da ação do etileno (LELIÈVE *et al.*, 1997).

Os resultados para mamão 'Golden', demonstram neste experimento, os efeitos do 1-MCP em reduzir a taxa metabólica (SISLER, SEREK, 1997) e os processos oxidativos associados e conseqüentemente manter os níveis de clorofila mais elevados e que, pelo menos indiretamente, o etileno está relacionado à degradação da clorofila, como também demonstrado em cultivares de banana por Oliveira Neto (2002) e em mangas 'Rosa' por Silva (2004).

3.12 Carotenóide Total: os carotenóides totais de mamões ‘Golden’ aumentaram com o avanço de maturação tanto em frutos (+)1MCP quanto em (-)1MCP, o que ocorreu paralelamente ao declínio das clorofilas. Frutos colhidos em estágio de maturação mais imaturo apresentaram valores de carotenóides totais mais baixos quando comparados aos colhidos em estágio de maturação avançado (Figura 19).

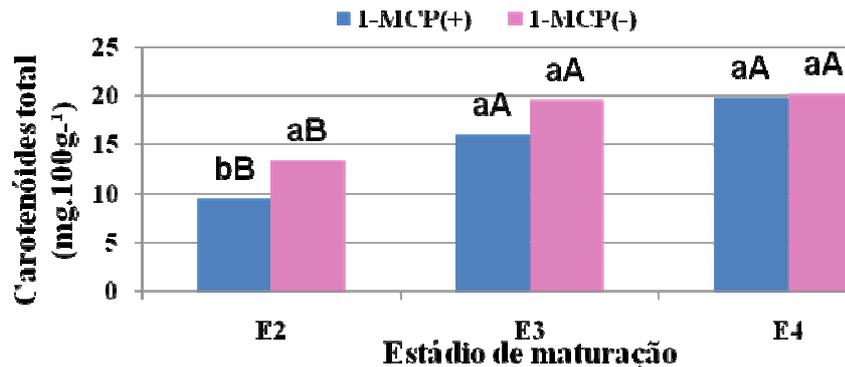


Figura 19. Valores médios de Carotenóides totais (mg.100g^{-1}) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno (1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L^{-1}) e E4 (500 nL.L^{-1}). Letras minúsculas comparam tratamento com 1-MCP no mesmo estágio de maturação e letras maiúsculas os estádios de maturação dentro do mesmo tratamento com 1-MCP (Areia – PB, 2008)

A síntese de carotenóides é decorrente do metabolismo dos terpenos (TAIZ, ZIEGER, 2004). A evolução da cor pode ser dependente ou independente da ação do etileno (LELIÈVE ET AL., 1997). Entretanto nesse experimento, o tratamento com 1MCP influenciou no desenvolvimento de carotenóides em estádios mais imaturos. Para frutos de maturação avançada (E4), mesmo o tratamento com doses 10 vezes superiores não interferiu no acúmulo de carotenóide, sendo um indicativo da sua dependência da ação do etileno

Para mamões ‘Golden’ tratados com 1-MCP, o conteúdo de carotenóides foi inferior nos frutos (-)1MCP, 36 horas após tratamento com 1MCP (Figura 19).

Os resultados para mamão ‘Golden’ indicam a influência de 1-MCP no metabolismo dos carotenóides, e que pelo menos indiretamente o etileno está relacionado à síntese e/ou revelação dos carotenóides (SEREK *et al.*, 1995), como

também demonstrado em cultivares de banana por Oliveira Neto (2002) e em mangas 'Rosa' por Silva (2004).

3.13 Coloração da Casca (L^* , a^* , b^* , C^* , H^*): com o avanço da maturação dos frutos, foi observado que o brilho da casca de mamões 'Golden' aumentou, o que foi evidenciado por um aumento nos valores de L^* . Frutos tratados com 1-MCP tiveram uma tendência a menor brilho, embora que, a diferença entre os tratamentos tenha sido significativa apenas no estágio de maturação E4 (Figura 20).

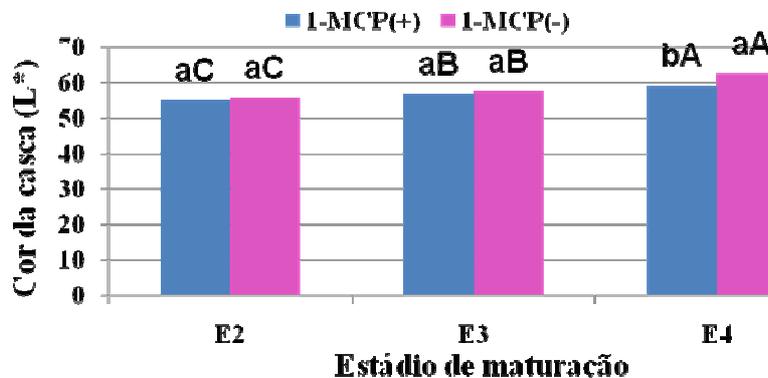


Figura 20. Cor da casca (L^*) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno (1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L^{-1}) e E4 (500 nL.L^{-1}). Letras minúsculas comparam tratamento com 1-MCP no mesmo estágio de maturação e letras maiúsculas os estádios de maturação dentro do mesmo tratamento com 1-MCP (Areia – PB, 2008)

A evolução do brilho dos frutos é uma característica da evolução da maturação. O retardo na evolução dos valores do parâmetro L^* (retardo no aumento do brilho), foi devido provavelmente ao efeito do 1-MCP em retardar o metabolismo do fruto, retardando o seu amadurecimento.

A coloração verde diminuiu acentuadamente (aumento no valor de a^*) com o avanço da maturação, devido a degradação da clorofila. Os frutos tratados com 1-MCP apresentaram maiores médias nos valores do parâmetro a^* , porém só houve diferença significativa em relação aos frutos não tratados ((-)1MCP) apenas no estágio de maturação E4 (Figura 21), onde a degradação da clorofila foi maior no tratamento controle, talvez por se tratar de um estágio de maturação mais

avançado. Estes dados mostram que o 1MCP influenciou no retardo da perda da coloração verde de mamões caracterizados 36 horas após tratamento

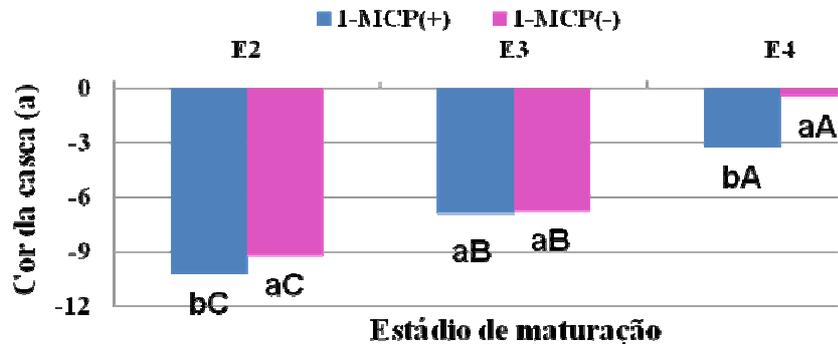


Figura 21. Cor da casca (a^*) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno (1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L^{-1}) e E4 (500 nL.L^{-1}). Letras minúsculas comparam tratamento com 1-MCP no mesmo estágio de maturação e letras maiúsculas os estádios de maturação dentro do mesmo tratamento com 1-MCP (Areia – PB, 2008)

Ao mesmo tempo em que a coloração verde diminuiu acentuadamente (aumento em a^*) com o avanço da maturação, a coloração amarela aumentou (aumento em b^*) (Figura 22), provavelmente devido ao início da síntese de carotenóides e/ou degradação das clorofilas que pode ter desmascarado os carotenóides já existentes (HULME, 1970).

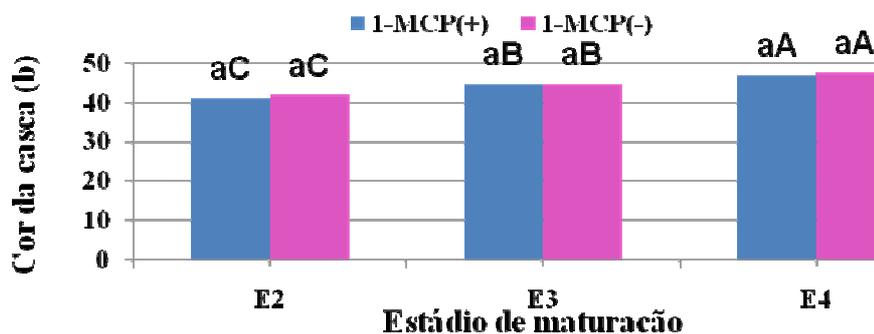


Figura 22. Cor da casca (b^*) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno (1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L^{-1}) e E4 (500 nL.L^{-1}). Letras minúsculas comparam tratamento com 1-MCP no mesmo estágio de maturação e letras maiúsculas os estádios de maturação dentro do mesmo tratamento com 1-MCP (Areia – PB, 2008)

Houve uma pequena variação entre as doses de 1MCP na avaliação do parâmetro b^* , porém no geral frutos tratados com 1MCP apresentaram menores médias nos valores desse parâmetro. Estes dados sugerem que o 1MCP influenciou no retardo da evolução da coloração amarela de mamões caracterizados 24 horas após tratamento.

A vividez (C^*) da coloração amarela sofreu um aumento com o avanço da maturação, com tendência a menores valores para os frutos tratados com 1-MCP, tendo havido diferença significativa entre os tratamentos apenas no estágio E4 (Figura 23).

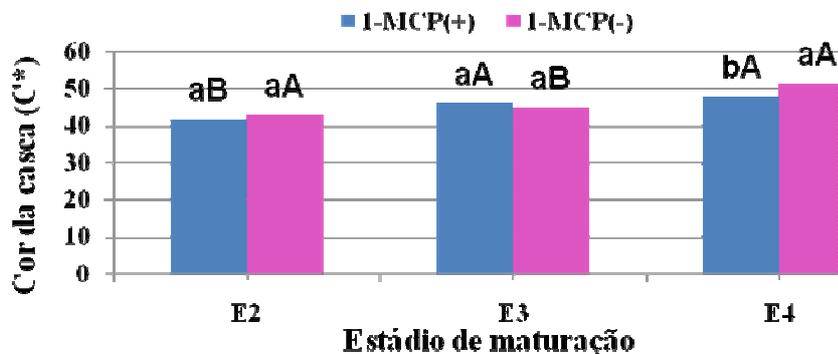


Figura 23. Cor da casca (C^*) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno (1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹). Letras minúsculas comparam tratamento com 1-MCP no mesmo estágio de maturação e letras maiúsculas os estádios de maturação dentro do mesmo tratamento com 1-MCP (Areia – PB, 2008)

A intensidade da coloração amarela da casca aumentou (declínio de H^*) com a evolução da maturação dos frutos. Apesar da tendência de frutos (+)1-MCP apresentar-se com maiores valores do parâmetro H^* , apenas no estágio E4 foi observado diferença significativa entre os tratamentos (Figura 24), justificado pelos resultados obtidos nos parâmetros a^* e C^* .

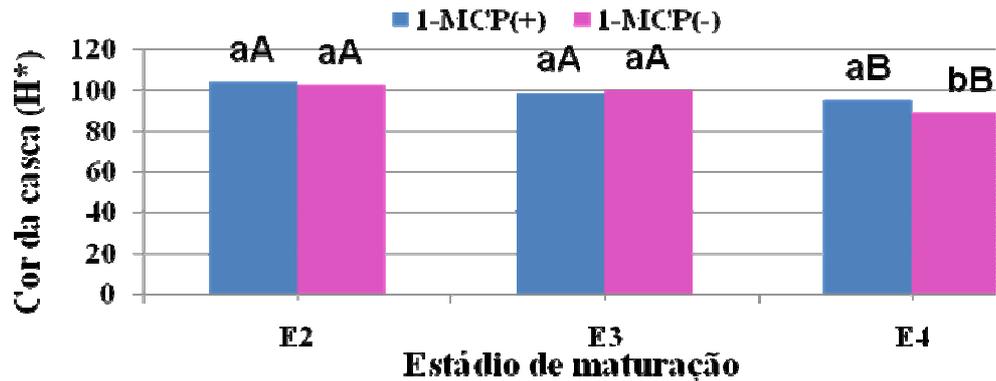


Figura 24. Cor da casca (H^*) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno (1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L^{-1}) e E4 (500 nL.L^{-1}). Letras minúsculas comparam tratamento com 1-MCP no mesmo estágio de maturação e letras maiúsculas os estádios de maturação dentro do mesmo tratamento com 1-MCP (Areia – PB, 2008)

Os valores encontrados neste experimento, 24 horas após a colheita, para frutos tratados com 1-MCP foi de 104° , 99° e 95° para os estádios E2, E3 e E4, respectivamente.

Segundo McGuirre (1992), o ângulo de cor é a medida mais apropriada para expressar a variação da coloração durante a maturação de vegetais, sendo 0° a cor vermelha, 90° a amarela, 180° a verde e 270° a cor azul. A mudança da cor verde para a amarela no mamão deve-se a degradação da clorofila e a síntese e revelação de carotenóides (WILLS, WIDJANARKO, 1995).

Bron, Jacomino (2006), na caracterização de mamões 'Golden' *in natura* 24 horas após a colheita e em estágio de maturação compatíveis aos estudados neste experimento, obteve médias do parâmetro H^* de 108° , 105° e 101° para o estágio E2, E3 e E4, respectivamente.

Os resultados obtidos neste experimento, apesar de mais baixos podem ser considerados compatíveis com os de Bron, Jacomino (2006).

4. CONCLUSÃO

O tratamento com 1-metilciclopropeno (1-MCP) alterou o metabolismo do mamão 'Golden' em frutos colhidos nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2) e 25 a 40% amarela (E3), após 36 horas da aplicação do tratamento;

A dose de 50 nL.L^{-1} aplicada nos estádios de maturação E2 e E3 reduziu a produção de CO_2 em relação ao controle e reduziu a produção de CO_2 e consumo de O_2 em frutos mantidos sob atmosfera modificada por filme de PVC;

O desenvolvimento da coloração amarela da casca, bem como o declínio da firmeza durante a maturação foram retardadas pelo tratamento com 1MCP;

A aplicação do 1- MCP em frutos colhidos no estágio E4, onde a cor da casca era 40 a 55% amarela, mesmo em dose 10 vezes superior às aplicadas nos estádios E2 e E3, não resultou em redução significativa da taxa metabólica;

O efeito do 1MCP foi mais evidente quando aplicado em frutos de estágio de maturação menos avançado, sobretudo do estágio E2.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKAMINE, E. K.; ARISUMI, T. Control of postharvest storage decay of fruits of papaya (*Carica papaya* L.) with special reference to the effect of hot water. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.61, p.270-274, 1953.

ALBERNAZ, D. F.; MIRANDA, S. P.; FAGUNDES, G. R.; YAMANISHI, O. K. Efeito do tratamento hidrotérmico na qualidade e vida pós-colheita do mamão (*Carica papaya* L.), cv. Golden produzido no oeste da Bahia. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE INTERAMERICANA DE HORTICULTURA TROPICAL*, 49, 2003, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza, p. 233, 2003.

ARNON, D. I. Cooper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidases in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, Washington, v. 24, n. 1, p.1-15, 1985.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS- AOAC. **Official methods of analyses of the association of Official Analytical Chemists**. 12 ed., Washington, DC. 1014 p, 1984.

AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 114 p, 1993.

BEN-YEHOSHUA, S. Transpiration, water stress, and gas exchanges. *In: WEICHMANN, J. Ed. Postharvest Physiology of Vegetables*. New York; Marcel Dekker, p. 113 – 170, 1987.

BIALE, J.B.; BARCUS, D.E. Respiratory patterns in tropical fruits of the Amazon basin. **Tropical Science**, London, v.12, n.2, p.93-104, 1970

BLANKENSHIP, S. M.; DOLE, J. M. 1-Methylcyclopropene: a review. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 28, n. 1, p. 1-25, 2003.

BOTREL, N.; FREIRE, M. J.; VASCONCELOS, R. M.; BARBOSA, H. T. G. Inibição do amadurecimento de banana ‘Prata-Anã’ com a aplicação do 1-Metilciclopropeno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 53-56, 2002.

BRAPEX- Associação Brasileira dos Exportadores de PapayaExportação.Apresenta informações sobre a exportação do mamão brasileiro Disponível em: www.brapex.net/index_1024.asp. Acesso em :02 fev 2007.

BRON, I. U. **Amadurecimento do mamão ‘Golden’: ponto de colheita, bloqueio da ação do etileno e armazenamento refrigerado**. Tese (Doutorado em Agronomia-fitotecnia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ, São Paulo, 67p. 2006.

BRON, I. U.; JACOMINO, A. P. Ripening and quality of Golden papaya fruit harvested at different maturity stages. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 18, n. 3, p. 389-396, 2006.

CALBO, C. Otros sistemas de medida: Hunter, Munssell, etc. *In: Universidade de Chile, El Color en alimentos. Medidas Instrumentales. Publicaciones Miscelaneas Agrícolas*. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, v.31, p.36-47, 1989.

CHAN Jr., H. T, HIBBARD, K., GOO, T. AKAMINE, E. K. Sugar composition of papayas during fruit development. **HortScience**. v.14, n. 2, p. 140-141, 1979.

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

FAO- Food and Agriculture Organization. Papaya production and harvested area. Apresenta informações sobre produção e produtividade de mamão no mundo. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org/>>. Acesso em 19 mar .2007.

GOLDING, J. B.; SHEARER, D.; WYLLIE, S. G. ; McGLASSON, W. B. Application of 1-MCP and propylene to identify ethylene-dependent ripening processes in mature banana fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 14, n. 1, p. 87-98, 1998.

HARRIS, D. R.; SEBERRY, J. A.; WILLS, R. B. H; SPOHR, L. J. Effect of fruit maturity on efficiency of 1-methylcyclopropene to delay the ripening of bananas. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.20 , p. 303-308, 2000.

HEATON, J. W. & MARANGONI, A. G. Chlorophyll degradation in processed foods and senescent plant tissues. **Trends in Food Science & Technology**, v. 7, p.8-15, 1996.

HULME, A. C. **The Biochemistry of Fruits and their Products**. London: Academic Press, v. 1, p. 1-30, 1970

INSKEEP, W. P.; BLOOM, P. R. Extinction coefficients of chlorophyll a and b in N,N-Dimethylformamide and 80% acetone. **Plant Physiology**, Washington, v. 77, p. 483 - 485, 1985

IKEMEFUNA, J. & ADAMSON, I. Chlorophyll and carotenoid changes in ripening palm fruit, *Elaeis guineensis*. **Phytochemistry**, Great Britain, v. 23, n. 7, p. 1413-1415, 1984.

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

JEONG, J., HUBER, D.J., SARGENT, S.A. Influence of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on ripening and cell-wall matrix polysaccharides of avocado (*Persea americana*) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v.25, p.241-56. 2002.

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

KOSIYACHINDA, S.; LEE, S. K.; POERNOMO. Maturity indices for harvesting of mango. *In*: MENDONZA Jr, D. B & WILLS, R. B (Eds). **Mango: Fruit development, postharvest physiology and marketing in ASEAN**. ASEAN Food Handling Bureau, 1984

KLUGE, R.A.; JACOMINO, A.P. Shelf life of peaches treated with 1-methylcyclopropene, **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.59, n.1, p.69-72, 2002.

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

LELIEVRE J. M. ; TICHIT, L. ; DAO, P. ; FILLION, L. ;NAMYW ; PECH, J.C. ; *et al.* Effects of chilling on the expression of ethylene biosynthetic genes in Passe-Crassane pear (*Pyrus communis* L.) fruits. **Plant Molecular Biology**,v.33, p.847–55,1997

LELIÉVRE, J. M.; LATCHÉ, A.; JONES, B.; BOUZAYEN, M.;PECH, J. C. Ethylene end fruit ripening. **Physiologia Plantarum**, Compenhagen, v. 101, p. 727-739,1997

LOMBARDI, S. R. B.; MORAES, D. M. E CAMELATTO, D. Avaliação do crescimento e da maturação pós-colheita de pêras da cultivar Shensseiki. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 12, p. 2399-2405, 2000.

MARTINS, L. P. **Fisiologia da maturação e amadurecimento pós-colheita de ciriguela (*Spondia purpurea* L.)**. Areia-PB, 2000. 120f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal da Paraíba. 2000.

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

NAKATSUKA, A.;SHIOMI, S.;KUBO, Y.;INABA, A. Expression and internal feedback regulation of ACC synthase and ACC oxidase genes in ripening tomato fruit. **Plant Cell Physiology**, v.38, p.1103-1110, 1997.

OLIVEIRA NETO, O. C. **Maturação e conservação sob atmosfera modificada de bananas 'Prata', 'Pacovan' e 'Nanicão' tratadas pós-colheita com 1-metilciclopropeno (1-MCP)**. (Dissertação de Mestrado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2002.

OLIVEIRA, F. A. M. B. **Comportamento térmico e qualidade pós-colheita do mamão submetido à radiação de microondas e a hidrotermia**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 51p, 1999.

PANTASTICO, E.B.; LAM, P.F.; KETSA, S.; YUNIARTI.; KOSOTTRAKUL, M. **Postharvest physiology and storage of mango**. *In*: MENDONZA Jr, D.B & WILLS, R.B (Eds). Mango: Fruit development, postharvest physiology and marketing in ASEAN. ASEAN Food Handling Bureau, 1984

PAULL, R. E. Pineapple and Papaya. *In*: SEYMOUR, G. B., TAYLOR, J. E., TUCKER, G. A. **Biochemistry of Fruit Ripening**. London: Chapman & Hall, p. 302-315, 1996.

PIMENTEL, R. M. A., MARCONDES, Y. M., WALDER, J. M. M. Qualidade do mamão cv. Solo submetido ao choque térmico e tratamento quarentenário por radiação gama. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p.483-487, 2007.

PINHEIRO, A.C.M.; VILAS BOAS, E.V.B.;MESQUITA, C.T. Ação do 1-metilciclopropeno (1-mcp) na vida de prateleira da banana 'maçã'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 1, p. 25-28, 2005

SALOMÃO, L. C. C.; SIQUEIRA, D. L. de; SANTOS, D.; BORBA, A. N. **Cultivo do mamoeiro**. Viçosa: Ed. da UFV, 73 p. 2007

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

SÃO PAULO. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 3^o ed.,v.1, 1985.

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

SEREK, M.; SISLER, E.C.; REID, M. S. 1-methylcyclopropene, a novel gaseus inhibitor of ethylene action, improves the life of fruit, cut flowers and potted plants. **Acta Horticulturae**, Brugg, v. 394, p. 337-345, 1995.

SHOLANDER, P. F. Analyzer for accurate estimation of respiratory gases in half cubic centimeter samples. **Journal of Biological Chemistry**, v. 167, p.235 - 256,1947

SILVA, M. S. **Fisiologia da Maturação e Conservação Pós-Colheita de manga 'Rosa' Tratada com 1-Metilciclopropeno e minimamente Processada**. (Dissertação de Mestrado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2004.

SISLER, E.C.; SEREK, M. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: recent developments. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.100, n.1, p.577-582, 1997

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. Ed. Porto Alegre: Artmed, 720 p., 2004.

THODAY, M. A. On the capillary eudimetric apparatus of Bonnier and mangin for the analysis of air in investigating the gaseous exchanges of plants. **Annals of Botany**, v. 27, p. 565-573, 1913.

TREWAVAS, A. J. Growth substance sensitivity: the limiting factor in plant development. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 55, p. 60-72, 1982.

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

ULRICH, R. **Organic Acids**. *In*: HULME, A. C. The Biochemistry of the Fruits and their Products. London: Academic Press, p.305-358, 1970.

VENTURA, J.A.; COSTA, H. Controle de doenças em pós-colheita no mamão: estágio atual e perspectivas. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.28, n.2, p.137-138, 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**, Collingwood, n. 35, p. 1173-1176, 1995.

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

CAPÍTULO III

**QUALIDADE DE MAMÃO 'GOLDEN' TRATADO COM 1-MCP EM TRÊS ESTÁDIO
DE MATURAÇÃO E ARMAZENADOS SOB REFRIGERAÇÃO**

QUALIDADE DE MAMÃO 'GOLDEN' TRATADO COM 1-MCP EM TRÊS ESTÁDIO DE MATURAÇÃO E ARMAZENADOS SOB REFRIGERAÇÃO

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito inibitório do 1-metilciclopropeno (1MCP), um bloqueador da ação do etileno, sobre o amadurecimento de mamão 'Golden' nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4), visando aumentar o período de conservação pós colheita do fruto. Mamões selecionados nos estádios E2 e E3 foram tratados com 50 nL.L⁻¹ de 1-metilciclopropeno (1-MCP) e os do estádio E4 com 500 nL.L⁻¹ de 1-MCP durante 12 horas a 10°C Os frutos foram provenientes da Fazenda Santa Terezinha e empacotadora Doce Mel situada no município de Mamanguape-PB, e os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-colheita do Centro de Ciências Agrárias da UFPB. Foram avaliadas as mudanças na qualidade de frutos de mamão tratados com 1-MCP nos estádios E2, E3 e E4 de frutos destinados a exportação, armazenados à 11°C durante 16 dias e transferidos para condições ambientes (25°), durante 12 dias. O 1MCP foi eficiente em baixar a taxa metabólica do fruto, evidenciado pela menor taxa respiratória e a manutenção dos conteúdos de sólidos solúveis, açúcares e ácido ascórbico em estádio de maturação mais prematuro, principalmente no E2. O 1MCP não reduziu o metabolismo de mamão 'Golden' no estádio E4.

Palavras-chave: *Carica papaya*, 1-MCP, clorofila, carotenóide, evolução da coloração.

QUALITY OF 'GOLDEN' PAPAYA TREATED WITH 1-MCP IN THREE MATURATION STAGES AND STORED UNDER REFRIGERATION

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the inhibitory effect of 1-methylcyclopropene (1MCP), a blocker of ethylene action on ripening of 'Golden' papaya harvested in the maturation stages (E2) skin color was 10 to 25% yellow, (E3) skin color was 25 to 40% yellow, and (E4) skin color was 40 to 55% yellow (E4), aiming to increase the postharvest life of the fruit. Papaya fruits selected in the maturity stages E2 and E3 were treated with 50 nL.L⁻¹L of 1-MCP and the maturity stage E4 with 500 nL.L⁻¹L of 1-MCP for 12 hours at 10°C. Fruits were from the Fazenda Santa Terezinha - Doce Mel Packinghouse, located in the Mamanguape municipality, Paraíba State, Brazilian Northeast, and the experiments were carried on at the Laboratory of Postharvest Biology and Technology of the Centro de Ciências Agrárias of the Universidade Federal da Paraíba. It was evaluated the changes in quality of papaya fruit treated with 1-MCP in the maturity stages E2, E3, and E4, stored at 11°C during 16 days and transferred to room conditions (25°C and 72% RH), during 12 days, simulating the exportation chain. The 1MCP was effective in maintaining the soluble solids, soluble sugar, and ascorbic acid contents in earlier maturity stage, especially for the maturity stage E2. The 1-MCP did not reduce the metabolic rate of 'Golden' papaya treated at the maturity stage E4.

Keywords: *Carica papaya*, 1-MCP, chlorophyll, carotenoids, color evolution

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de mamão com uma produção de 1.600.000 toneladas, o Brasil vem exportando apenas 35 mil toneladas de frutos, ocupando terceiro lugar entre os países exportadores (BRAPEX, 2005). Essa limitação na exportação é decorrente da elevada perecibilidade do fruto que resulta em perdas em pós-colheita de ordem de 75 %. (VENTURA, COSTA, 2002).

Os principais importadores do mamão brasileiro são os Estados Unidos e a União Européia. A Holanda é o principal importador individual do mamão brasileiro, sendo o porto de Rotterdam a principal porta de entrada do mamão distribuído nos países da União Européia (SALOMÃO *et al.*, 2007).

Devido à potencialidade do mamão é necessário o desenvolvimento de tecnologias que garantam o envio de frutos para mercados mais distantes com segurança e qualidade. Em geral, a exportação de mamão para a Europa é realizada por via marítima, tomando cerca de 16 dias de transporte sob refrigeração, sendo em seguida transferido para condições ambientes .

O mamão é um fruto climatérico cujas transformações resultantes do amadurecimento ocorrem rapidamente quando este é colhido fisiologicamente maduro (JACOMINO *et al.*, 2002).

A utilização de refrigeração associado ao tratamento com 1-metilciclopropeno, um bloqueador da ação do etileno, pode constituir-se numa ferramenta importante na exportação de mamão.

O 1- Metilciclopropeno (1-MCP) é uma nova ferramenta que tem sido utilizada com sucesso no controle do amadurecimento e na extensão da vida útil pós-colheita e manutenção da qualidade de produtos vegetais (BLANKENSHIP, DOLE, 2003; BOTREL *et al.*, 2002; HARRIS *et al.*, 2000; GOLDING *et al.*, 1998).

A ação do etileno é inibida quando o 1-MCP se liga aos receptores deste fitorregulador nos vegetais. O 1-MCP liga-se aos sítios receptores do etileno, inibindo a ação desse hormônio, retardando o processo de amadurecimento. Porém, novos sítios receptores podem ser sintetizados, retornando a sensibilidade dos frutos ao etileno (SISLER, SEREK, 1997). No entanto o estágio de maturação em que o 1-MCP pode ser aplicado é determinante para que o controle do

amadurecimento seja bem sucedido e, mais importante, que o amadurecimento possa prosseguir normalmente.

Considerando a potencialidade do 1-MCP em controlar o amadurecimento de frutos, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência desse bloqueador da ação do etileno sobre a qualidade do mamão 'Golden' durante a simulação da cadeia de transporte do fruto para a exportação, desde a aplicação, armazenamento, transporte e comercialização.

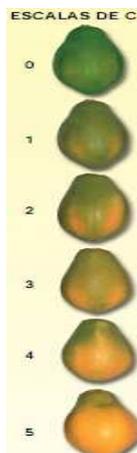
2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-colheita do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal da Paraíba/UFPB- Areia-PB.

2.1 Instalação e Condução do Experimento

Mamões do grupo Solo cultivar 'Golden', foram colhidos no mês de setembro e provenientes da empresa Frutas Doce Mel, localizada na Fazenda Santa Terezinha situada no município de Mamanguape-PB, Mesorregião da Mata Paraibana, que apresenta altitude média de 35m, situando-se entre as coordenadas geográficas 06° 50' 19"S de latitude e 35° 07' 34"W de longitude. A precipitação média anual é de 1.634.2 mm. O período chuvoso começa no outono tendo início em fevereiro e término em outubro.

Os frutos foram colhidos manualmente, evitando-se impactos, entre 7 e 8 horas da manhã, selecionados quanto à maturidade, utilizando-se a escala da Figura 1, ausência de danos físicos ou fisiológicos, de doenças, e acondicionados em caixas plásticas forradas com plástico bolha, sendo imediatamente transportados ao packinghouse.



- Estádio 0** - fruto crescido e desenvolvido (100% verde);
- Estádio 1** - fruto com até 15% da superfície amarela;
- Estádio 2** - frutos com até 25% da superfície amarela (1/4 madura);
- Estádio 3** - frutos com até 50% da superfície amarela;
- Estádio 4** - frutos com 50 a 75% da superfície amarela;
- Estádio 5** - frutos com 100% da superfície amarela

Figura 1: Escalas visuais de maturação dos mamões 'Golden' (System Approach).

No packinghouse os frutos foram lavados com água contendo 100ppm de cloro livre em tanque de lavagem sendo conduzidos em esteiras dotadas de sistema de rolos e escovas. Em seguida foi realizada seleção manual em esteira, sendo removidos frutos danificados ou fora da faixa de maturidade, seguindo para esteira classificadora onde os frutos foram separados por peso e tamanho.

Os mamões foram submetidos ao tratamento hidrotérmico, sendo mergulhados em tanques com água a $45^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 40 minutos e em seguida transferidos para tanque com água a temperatura de 10°C por 15 minutos (Figura 2).

Em seguida, para aplicação de cera e tratamento antifúngico, frutos foram imersos durante oito segundos em solução composta por 100L de água, 30L de cera com formulação líquida à base de carnaúba e resinas de colofonia (Aruá®), adicionada de 40 mL do fungicida Prochloraz do grupo dos imidazoles (Sportak®).



Figura 2: Fluxograma das etapas do preparo de mamão 'Golden' no packinghouse tratados com 1-MCP.

Em seguida, os frutos foram transferidos para ambiente refrigerado a $11^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, onde foram deixados a secar e selecionados quanto ao estágio de maturação de acordo com a escala apresentada na Tabela 1, tomando como base a escala de cores do System Approach (Figura 1). Sendo os frutos dos estádios E2, E3 e E4 (Figura 3), embalados em caixas de papelão corrugado com capacidade para 20 frutos, paletizados e separados em dois lotes.



Figura 3: Mamão 'Golden' nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4).

Os frutos de cada estágio foram separados em dois lotes, sendo um desses submetido ao tratamento com 1-MCP (SmartFresh® - 0,14% i.a.). Frutos dos estádios E2 e E3 foram tratados com 50 nL.L^{-1} de 1-MCP e do estágio E4 foram tratados com 500 nL.L^{-1} de 1-MCP durante 12 horas a $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e 90% de UR, outro lote (controle) recebeu 0 nL.L^{-1} de 1-MCP, compondo os tratamentos descritos na Tabela 2.

A aplicação de 1-MCP foi realizada em frutos acondicionados nas caixas sobrepostas no interior de tenda plástica estruturada em tubos de PVC, com dimensões de 135 cm x 163 cm x 183 cm e volume interno de 4 m^3 , montada sobre assoalho forrado com plástico e hermeticamente lacrada com fita adesiva (Silver

Tape) entre o plástico do assoalho e a parte inferior da tenda para retenção do 1-MCP gasoso.

Tabela 1. Descrição dos Estádios de maturação, de acordo com a cor da casca, de mamão 'Golden' proveniente da Zona da Mata Paraibana (MAMANGUAPE - PB, 2008).

| Est. | | Coloração |
|------|------|--|
| Nº | Cód. | |
| 1 | E 1 | Frutos no início do amadurecimento, apresentando na casca as primeiras listras amarelas, com até 10% da superfície amarela, envolvida por cor verde; |
| 2 | E 2 | Frutos com coloração da casca entre 10 e 25% da coloração amarela envolvida pela cor verde; |
| 3 | E 3 | Frutos com coloração da casca entre 25 e 40% da coloração amarela envolvida pela cor verde; |
| 4 | E 4 | Frutos com coloração da casca entre 40 e 55% da coloração amarela envolvida pela cor verde; |
| 5 | E 5 | Frutos com coloração da casca entre 55 e 70% da coloração amarela envolvida pela cor verde; |
| 6 | E 6 | Frutos com coloração da casca entre 70 e 85% da coloração amarela envolvida pela cor verde; |
| 7 | E 7 | Frutos com coloração da casca superior a 85% ou totalmente amarelos. |

O preparo do 1-MCP foi realizado em frascos de vidro de 40ml dotados com tampas plásticas. O 1-MCP nas quantidades equivalentes a cada concentração de 1-MCP gasoso foi adicionado aos frascos e em seguida adicionada água destilada em temperatura entre 40 e 60°C, fechando-se e a seguir agitando-se até completa dissolução do produto.

Para a obtenção das concentrações de 50 e 500 nL.L⁻¹, foram pesados 0,32 e 32 g do 1-MCP (14% i.a.) nos frascos e adicionados 5 e 16 ml de água com uma seringa no septo da tampa, respectivamente. Para a dispersão do 1-MCP gasoso no interior das tendas e das caixas, foi utilizado pequeno ventilador com bateria para a circulação do gás.

Tabela 2. Tratamentos com 1-MCP durante 12 horas, aplicados em mamão 'Golden' oriundo da Zona da Mata Paraibana (MAMANGUAPE – PB, 2008).

| CÓDIGO | ESTÁDIO | TRAT. 1MCP |
|---------------|----------------|-------------------|
| (-)1MCP - E 2 | E 2 | Sem (-) |
| (-)1MCP - E 3 | E 3 | Sem (-) |
| (-)1MCP - E 4 | E 4 | Sem (-) |
| (+)1MCP - E 2 | E 2 | Com (+) |
| (+)1MCP - E 3 | E 3 | Com (+) |
| (+)1MCP - E 4 | E 4 | Com (+) |

Após o tratamento com 1-MCP os frutos foram transportados em caminhão fechado refrigerado até o Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-colheita do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da UFPB e armazenados em câmara fria à 11°C ± 1°C e 90 – 95 % de UR durante 16 dias, simulando o período de transporte marítimo com destino a Europa. Após os 16 dias em condições de refrigeração, os frutos foram transferidos para condições ambiente (25 °C e 75% de RH), simulando o período de comercialização durante 12 dias até o completo amadurecimento.

As avaliações físicas e físico-químicas dos mamões mantidos a 11°C e 90 – 95 % UR foram realizadas a cada 4 dias, durante 16 dias, e para os frutos sob condições ambiente (25 °C e 75% de RH) foram realizadas a cada 2 dias, durante 12 dias, compondo 10 períodos de avaliações, onde foram utilizados 720 frutos (4 frutos/repetição), sendo três repetições e 6 tratamentos.

A caracterização da qualidade foi realizada aproximadamente 36 horas após a aplicação das doses de 1-MCP. Foram avaliadas características físicas e físico-químicas, em 4 repetições, sendo 5 frutos/repetição para cada tratamento, num total de 240 frutos.

2.2 Avaliações:

Sólidos Solúveis (SS - %): medidos com refratômetro manual (AOAC, 1984);

Clorofila total (mg/100g da amostra): aproximadamente 500 mg da casca foram triturados em almofariz com areia lavada na presença de 5 mg de CaCO₃ e 5 ml de

acetona 80% e, deixando extrair por 24 h no escuro a 4 °C, como modificações do método de Arnon (1985) por Silva (2004). Resultados calculados de acordo com fórmula descrita por Inskeep, Bloom (1985).

Carotenóides totais ($\mu\text{g}/100\text{g}$ da amostra): determinada utilizando a casca do fruto, de acordo com Silva (2004) e os resultados expressos em $\mu\text{g}/100\text{g}$.

pH: medido em potenciômetro digital, calibrado com soluções tampões de pH 7,0 e 4,0 a 25°C, conforme métodos da Association of Official Analytical Chemists – AOAC (1984).

Acidez titulável (AT - % ác. cítrico): foi determinada por titulometria com NaOH 0,1N, utilizando fenolftaleína como indicador, segundo o método descrito nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (SÃO PAULO, 1985).

Sólidos Solúveis (SS - %): medidos com refratômetro manual (AOAC, 1984).

Relação SST/ATT: quociente entre os SS e AT;

Açúcares Redutores (AR) em glicose e Não Redutores (ANR) em sacarose: foram realizados de acordo com o método descrito nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (SÃO PAULO, 1985).

Ácido ascórbico ($\text{mg}/100\text{g}$ da amostra): determinada por titulometria utilizando solução de 2,6 diclorofenolindofenol (DFI) a 0,1 % padronizada com ácido oxálico (AOAC, 1984).

Cor da casca: realizada através do Colorímetro portátil Minolta CA 300, o qual expressa a cor nos parâmetros: L* (corresponde à claridade / luminosidade); a* (define a transição da cor verde (-a*) para a cor vermelha (+a*)), b* (representa a transição da cor azul (-b*) para a cor amarela (+b) onde quanto mais distante do centro (=0), mais saturada é a cor) (CALBO, 1989).

Delineamento Estatístico: o experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial (3x2x11), Os fatores estudados foram três estádios de maturação (E2, E3 e E4), presença ou ausência de 1-MCP ((+) 1-MCP, (-) 1-MCP) e 11 períodos de armazenamento em três repetições de 4 frutos por parcela. As médias dos fatores avaliados foram submetidas à análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e a análise de regressão polinomial. O coeficiente de determinação mínimo considerado para as curvas foi de 0,65. Para os casos em que a interação entre os fatores estudados não foi significativa, os valores foram representados pelas médias dos tratamentos, com pontos interligados sem o ajuste de curvas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Sólidos Solúveis (SS): o conteúdo de SS diferiu significativamente durante o armazenamento (Figura 4). Os estádios de maturação mais avançados detiveram as maiores médias de SS no início do armazenamento desde a caracterização, devido o maior acúmulo de açúcares antes da colheita (CHAN *et al.*, 1979; PAULL, 1996).

Zhou, Paull (2001) reportaram que durante o amadurecimento pós- colheita de mamões a quantidade de açúcar no fruto permaneceu constante.

Durante o armazenamento observou-se pouca variação nos teores de SS e um leve declínio no final do armazenamento (Figura 4).

Alguns frutos climatéricos, como a banana (CORDENUNSI, LAJOLO, 1995) e o kiwi (REDGWEL, HARKER, 1995) apresentam grandes quantidades de amido no fruto ainda verde, que são degradados durante o amadurecimento, após a colheita, resultando em quantidades significativas de açúcares solúveis no fruto maduro, porém, os resultados obtidos neste experimento concordam com os reportados por (CHAN, HIBBARD, AKAMINE, 1995; PAULL, 1996), que afirmam que o mamão não possui quantidades significativas de amido que possam ser convertidas em açúcares durante o amadurecimento, existindo controvérsias sobre um possível adoçamento pós colheita, sugerindo que para o acúmulo de açúcares na polpa é necessário uma contínua transferência de açúcares da planta para o fruto.

O declínio ao final do armazenamento ocorreu provavelmente em decorrência dos processos degradativos resultantes do avanço do amadurecimento, onde os açúcares são metabolizados em taxas elevadas para dar suportes aos processos de degradação (KADER, 1986). Este declínio foi mais acentuado nos SS dos frutos do estágio E4, provavelmente por se tratar de um estágio mais avançado de maturação.

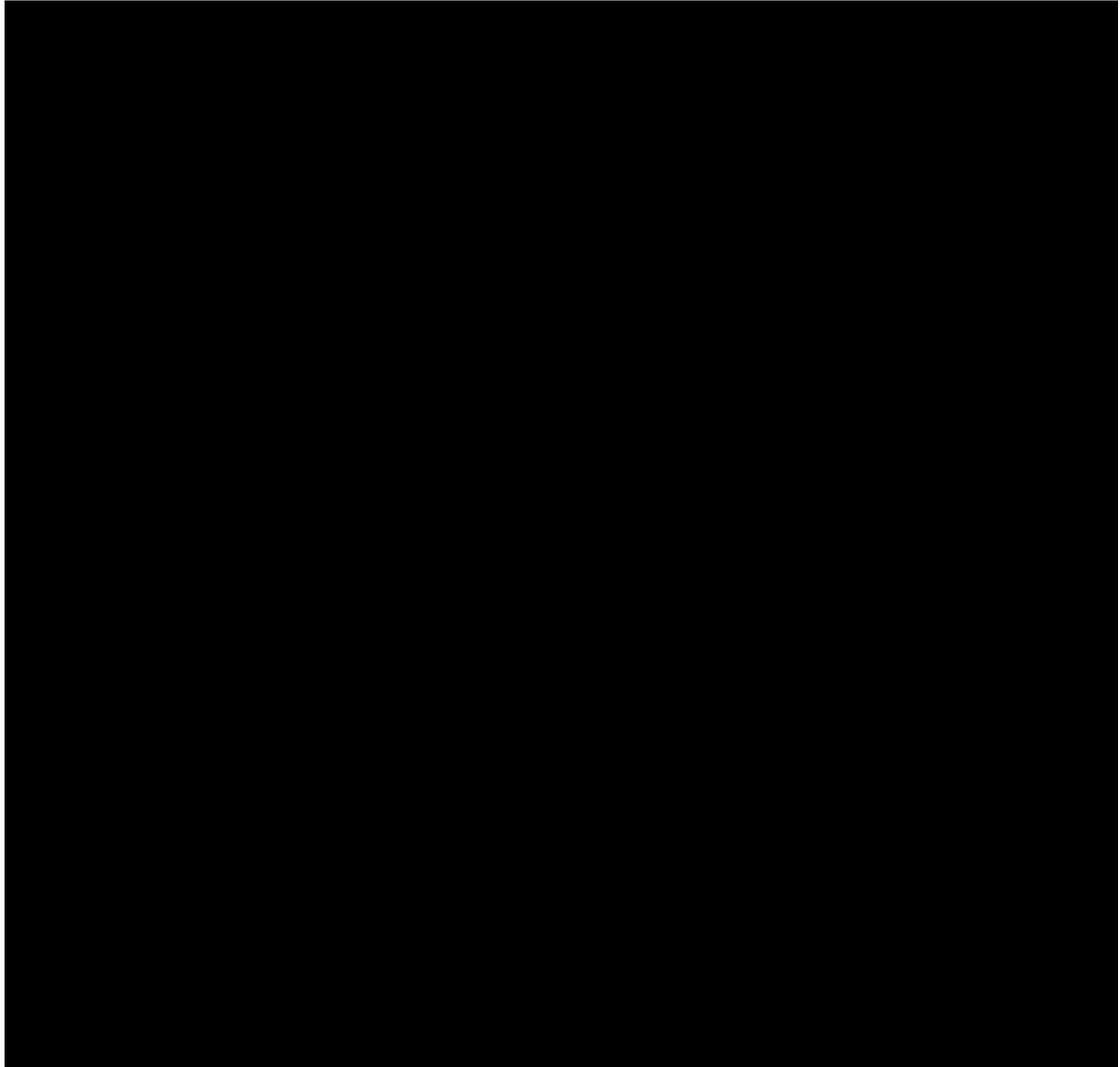
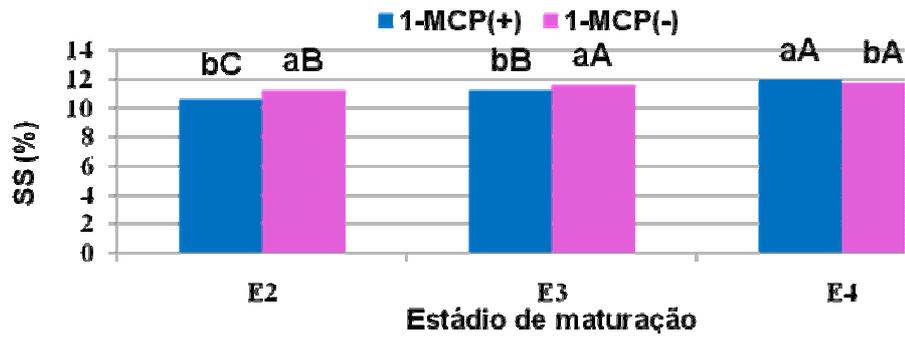


Figura 4. Teores de sólidos solúveis (SS) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹). Letras minúsculas comparam tratamento com 1-MCP no mesmo estágio de maturação e letras maiúsculas os estádios de maturação dentro do mesmo tratamento com 1-MCP (Areia – PB, 2008)

Em relação ao tratamento com 1MCP, foram obtidos menores valores para os teores de SS nos frutos tratados com 1MCP a partir de 36 horas pós-colheita e até o final do armazenamento, mas tais teores ainda encontravam-se dentro da faixa das exigências de doçura requeridas para mamões destinados ao mercado externo.

Fonseca (2005) afirma que o cultivar 'Golden' apresenta teores de sólidos solúveis acima de 12° Brix no estágio final de maturação, que corresponde entre 85 a 100% da casca amarela.

3.2 Acidez Titulável (AT): mamões em estágio de maturação mais avançado apresentaram teores mais elevados de AT. frutos tratados com 1MCP apresentaram ao final do amadurecimento média nos teores de AT superiores aos frutos que não foram tratados com 1MCP em todos os estágios de maturação avaliados (Figura 5).

A acidez nos mamões tratados com 1-MCP manteve-se praticamente constante durante o armazenamento sob condições refrigeradas (11°C) e com valores inferiores aos frutos do tratamento controle (-)1MCP, os quais apresentaram um leve aumento independente do estágio de maturação avaliado, nestas condições. A acidez dos frutos, quando transferidos para condições ambientes, simulando a comercialização apresentou um declínio, seguido de uma elevação dos seus teores, independente da dose de 1-MCP e do estágio de maturação avaliados, podendo ser indicativo do final do amadurecimento e instalação do processo de senescência, respectivamente.

De acordo com Chitarra, Chitarra (2005), durante a maturação, normalmente os frutos sofrem redução na acidez em função do aumento no metabolismo após a colheita, resultando em maior consumo de ácidos orgânicos como substrato para o processo respiratório e maior conversão em açúcares simples. DRAETTA *et al.* (1975), atribuiu o acréscimo da acidez de mamão durante o amadurecimento ao aumento do teor de ácido poligalacturônico resultante da hidrólise da pectina.

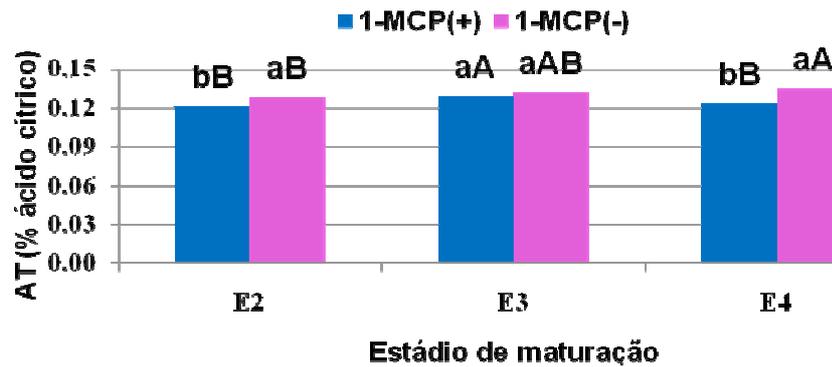


Figura 5. Acidez titúvel- AT (% de ácido cítrico) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹). Letras minúsculas comparam tratamento com 1-MCP no mesmo estágio de maturação e letras maiúsculas os estádios de maturação dentro do mesmo tratamento com 1-MCP (Areia – PB, 2008)

Portanto, o declínio da acidez observado durante o amadurecimento sob condições ambientes (25°C), ocorreu provavelmente devido o processo respiratório

através da conversão de ácidos orgânicos em substrato para a respiração. No período de declínio foi observado que os frutos tratados com 1MCP apresentaram-se com valores de acidez superior ao controle, evidenciando que o 1-MCP atrasou a queda na ATT por diminuir o metabolismo do fruto e conseqüentemente a taxa respiratória e sua conversão em açúcares.

Em geral, o 1-MCP atrasa a queda na AT (WATKINS, 2006), como observado em tangerinas (LAAMIN *et al.*, 2005) e em mangas 'Jasmin', 'Espada' e 'Rosa' (SILVA *et al.*, 2004). Em manga Tommy Atkins, Coccozza (2003) informou que 500 nL.L de 1-MCP limitou a redução da AT . Porém Amodio *et al.* (2005); Ziosi *et al.* (2005) não observaram tais efeitos em tomate e nectarina, respectivamente.

O posterior aumento nos teores de acidez, já ao final do amadurecimento, ocorreu provavelmente devido à formação de ácido galacturônico proveniente da degradação das pectinas ou devido a concentração dos ácidos, uma vez que este aumento ocorreu no mesmo período em que os frutos detinham menores firmeza e maiores percentagem de perda de massa. No período de aumento da acidez foi observado que frutos tratados com 1-MCP apresentavam valores de acidez inferiores ao fruto controle, o que ocorreu paralelamente a maior retenção da firmeza e menor perda de massa para os frutos tratados com 1MCP quando comparados aos não tratados ((-)1MCP), sugerindo que os menores valores obtidos para os frutos tratados foi devido a capacidade do 1-MCP em diminuir o metabolismo do fruto que diminuiu a degradação das pectinas que poderia contribuir com a concentração e formação de ácidos, respectivamente.

O aumento da acidez, que correspondeu ao período de aparecimento dos primeiros sinais de senescência, foi observado após os 24 dias em condições ambientes para o estágio E2 e E3, e após os 22 dias para o estágio 4, mostrando que o processo de amadurecimento e senescência instalaram-se mais rapidamente no estágio de maturação mais avançado.

Estes resultados concordam com os de Reis Neto (2006) que reportou que mamão 'Golden' tratado com 1-MCP, após 5 dias de exposição à condição de 25°C e 60±3% de umidade relativa, tiveram um significativo aumento nos valores de acidez titulável e LAZAN *et al.* (1989) que observou que a acidez titulável aumenta com o amadurecimento em frutos de mamoeiro até que estes atinjam o estágio correspondente a 75% da superfície da casca amarela.

3.3 Relação SS/AT: a relação SS/AT nos mamões tratados com 1-MCP foi maior para frutos em estágio de maturação mais avançado ao final do armazenamento, porém não houve diferença significativa entre as médias nos diferentes estádios de maturação do tratamento controle ((-)1-MCP) (Figura 6).

A relação SS/AT para frutos (+)1-MCP manteve-se constante ao longo do armazenamento sob refrigeração (11°C), ao passo que mamões (-)1-MCP apresentou um leve declínio na relação SS/AT, independente do estágio de maturação avaliado. Este declínio ocorreu principalmente devido ao aumento na AT, uma vez que os teores de SST mantiveram-se constante durante o armazenamento refrigerado.

Da mesma forma, os frutos quando transferidos para as condições ambientes apresentou um aumento na relação SS/AT, seguido de um declínio no final do amadurecimento que ocorreu paralelamente ao declínio, seguido de aumento na AT, evidenciando o avanço do amadurecimento em mamões 'Golden', independente da dose de 1-MCP e do estágio de maturação avaliado.

De acordo com Chitarra, Chitarra (2005), durante a maturação, normalmente os frutos sofrem redução na acidez em função do aumento no metabolismo após a colheita, resultando em maior consumo de ácidos orgânicos como substrato para o processo respiratório e maior conversão em açúcares simples.

Portanto, o aumento da SS/AT observados neste experimento pode estar associado, pelo menos em parte, ao consumo dos ácidos orgânicos com o avanço da maturação, ocasionados pela transição dos estádios mais verdes para os estádios mais maduros, uma vez que durante o armazenamento, foi observado pouca variação nos valores de SS não.

Frutos tratados com 1-MCP apresentaram valores maiores da relação SS/AT, o que pode ser atribuído a efetividade do 1-MCP em reduzir a taxa metabólica (SEREK *et al.*, 1995) do mamão 'Golden' e o retardo do amadurecimento, principalmente em frutos do estágio E2 e E3.

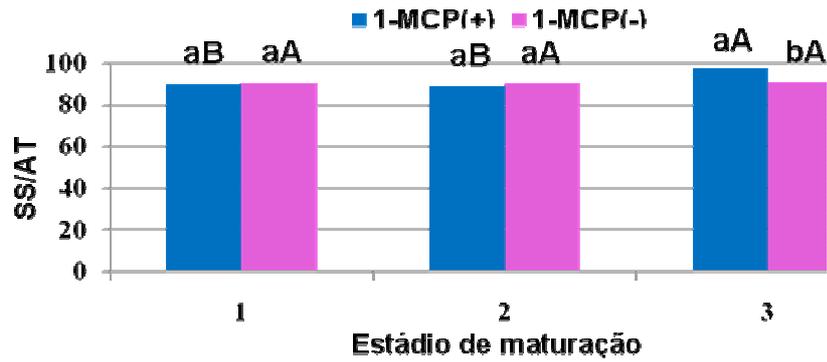


Figura 6. Relação SS/AT de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹). Letras minúsculas comparam tratamento com 1-MCP no mesmo estágio de maturação e letras maiúsculas os estádios de maturação dentro do mesmo tratamento com 1-MCP (Areia – PB, 2008)

A relação SS/AT é um dos mais utilizados indicadores do sabor do fruto, e, portanto da maturidade, sendo mais representativo que a medição isolada de açúcares ou da acidez, pois reflete o balanço entre açúcares e ácidos (CHITARRA,

CHITARRA, 2005). Para o mercado interno de frutos uma relação SS/AT elevada é desejável, pois reflete a preferência nacional por polpa mais doce e com conteúdo mais baixo de acidez (CUNHA *et al.*, 1999).

3.4 pH: de forma geral foi observado uma pequena variação do pH durante todo o período de avaliação independente do estágio de maturação, e da temperatura na qual se encontravam e da dose de 1-MCP (Figura 7). Esta pequena alteração do pH é atribuída, ao menos em parte, ao efeito tamponante no suco celular resultante da complexação de sais de potássio com ácidos orgânicos dissolvidos no espaço celular (ULRICH, 1970).

Para os frutos mantidos a 11°C os valores de pH mantiveram-se constantes, ao passo que quando os mesmos foram transferidos para condições ambientes foi observado uma pequena redução nesses valores ao final do amadurecimento. Esta pequena redução ocorreu paralelamente ao aumento da acidez total titulável, decorrente da evolução do processo de maturação e senescência nesta temperatura, período em que foi observado também maior declínio de firmeza, bem como maiores percentagens de perda de massa.

Apesar da pequena variação no pH, os frutos expostos ao 1-MCP sofreram um leve retardamento na diminuição do pH ao final do amadurecimento, em relação ao controle, independente do estágio de maturação. Este retardo ocorreu paralelamente ao retardo no aumento da acidez titulável para frutos (+)1-MCP nas mesmas condições de temperatura.

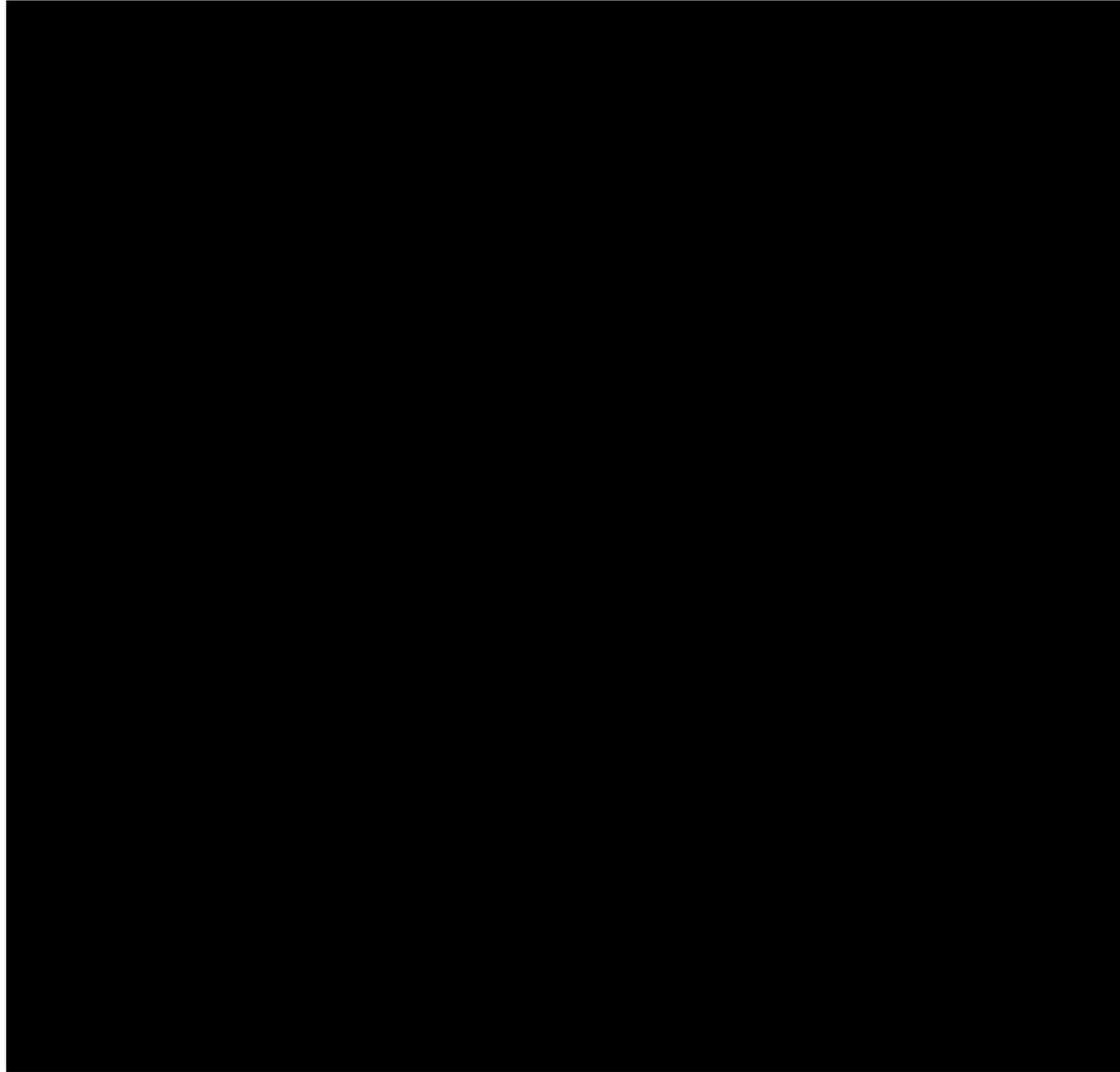
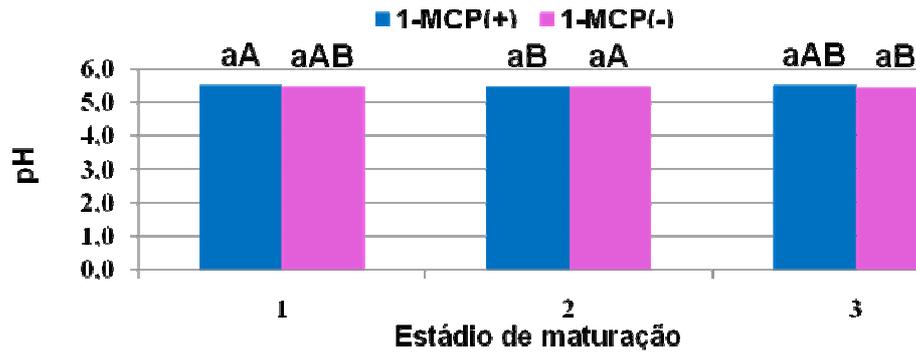


Figura 7. pH de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹). Letras minúsculas comparam tratamento com 1-MCP no mesmo estágio de maturação e letras maiúsculas os estádios de maturação dentro do mesmo tratamento com 1-MCP (Areia – PB, 2008).

3.5 Ácido ascórbico: em mamões 'Golden' o conteúdo de ácido ascórbico aumentou durante o armazenamento nos estádios de maturação avaliados, independente das doses de 1-MCP aplicada. Em relação aos estádios de maturação, os mais avançados obtiveram os maiores teores de ácido ascórbico (Figura 8). Frutos tratados com 1-MCP apresentaram maiores médias ao final do período de armazenamento, em relação ao controle ((-)1-MCP).

O conteúdo de ácido ascórbico pode aumentar ou diminuir durante o amadurecimento do mamão. O decréscimo de ácido ascórbico é atribuído a maior atividade da enzima ácido ascórbico oxidase (ascorbato oxidase) (NOGUEIRA et al., 2002). Alguns estudos propõem que a manose e a L-galactose são intermediários na via de síntese de ácido ascórbico em plantas. Essas substâncias são utilizadas para a biossíntese de carboidratos da parede celular. A degradação da parede celular durante o amadurecimento provê substratos para a síntese do ácido ascórbico (BRON, 2006; LAZAN *et al.*, 1989).

Os frutos (+)1-MCP sob condições refrigerada (11°C) apresentaram médias de teor de ácido ascórbico inferiores aos do tratamento controle ((-)1-MCP), mantendo-se constantes durante os 16 dias de armazenamento refrigerado (11° C). Estes resultados podem ser explicados pelo efeito do 1-MCP, aliado à baixa temperatura de armazenamento em diminuir o metabolismo do fruto, diminuindo a degradação da parede celular, que iria prover substratos para a síntese de ácido ascórbico.

Após transferência dos frutos para condições ambientes (25°C), foi observado um aumento dos teores de ácido ascórbico, independente dos tratamentos. Porém, frutos tratados com 1MCP apresentaram as maiores médias, o que ocorreu provavelmente devido à influência do 1-MCP em retardar o amadurecimento, afetando a capacidade oxidativa da célula, reduzindo a atividade da enzima ácido ascórbico oxidase (SISLER, SEREK, 1997).

Bron (2006) reportou um aumento do conteúdo de ácido ascórbico em mamões (+)1MCP e (-)1MCP durante o armazenamento, porém, os frutos (+)1MCP detinham conteúdo inferior de ácido ascórbico. Selvaraj *et al.*, (1982) também relatam que a quantidade de ácido ascórbico em mamões aumenta quando o fruto amadurece, semelhante do observado neste experimento.

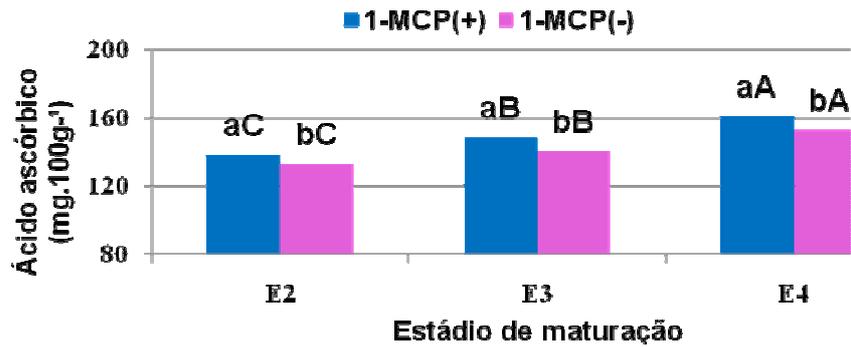


Figura 8. Ácido ascórbico ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C , nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 ($50 \text{ nL}\cdot\text{L}^{-1}$) e E4 ($500 \text{ nL}\cdot\text{L}^{-1}$). Letras minúsculas comparam tratamento com 1-MCP no mesmo estágio de maturação e letras maiúsculas os estádios de maturação dentro do mesmo tratamento com 1-MCP (Areia – PB, 2008)

3.6 Clorofila total: em mamões ‘Golden’ o conteúdo de clorofila total diminuiu durante o armazenamento nos estádios de maturação avaliados, independente das

doses de 1-MCP aplicadas. Em relação aos estádios de maturação, os mais avançados obtiveram os maiores teores de clorofila total ao final do armazenamento (Figura 9)

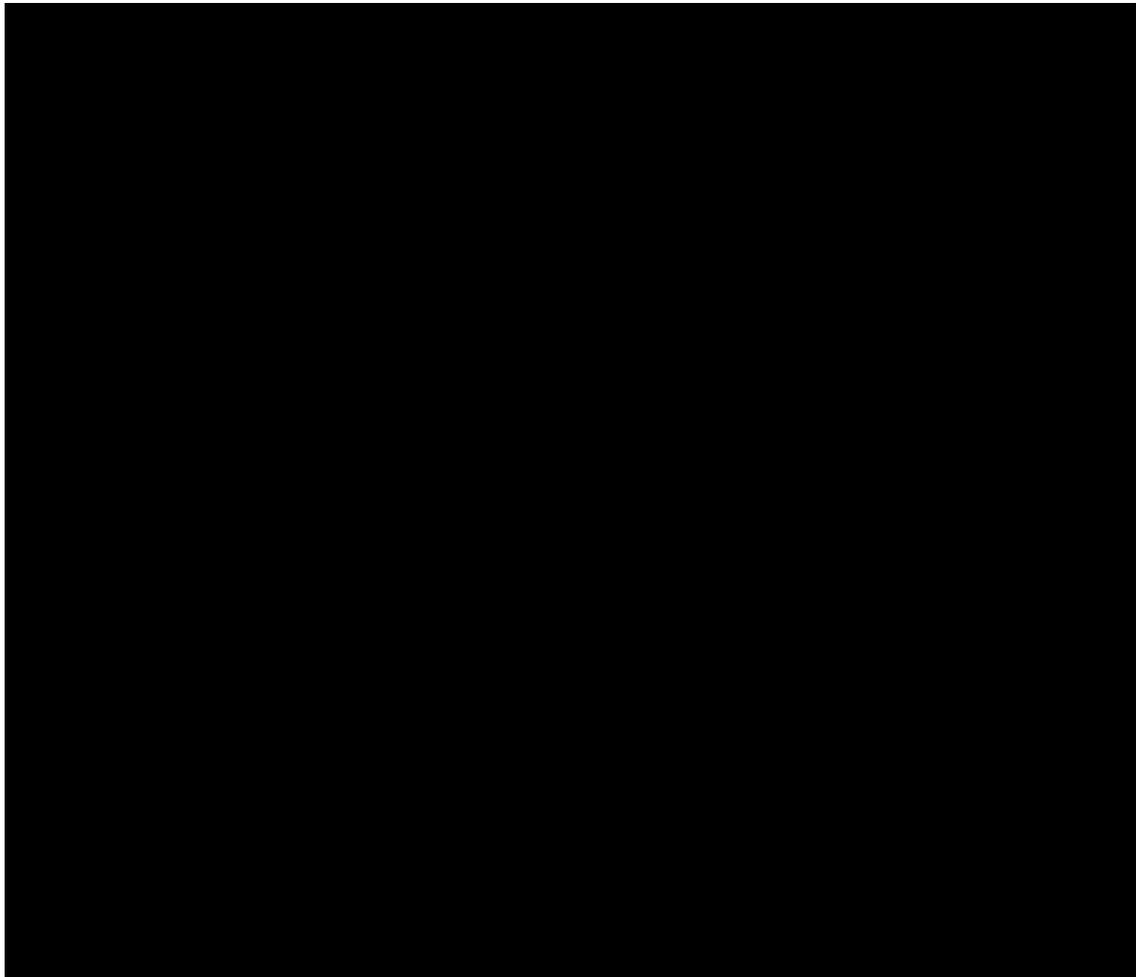
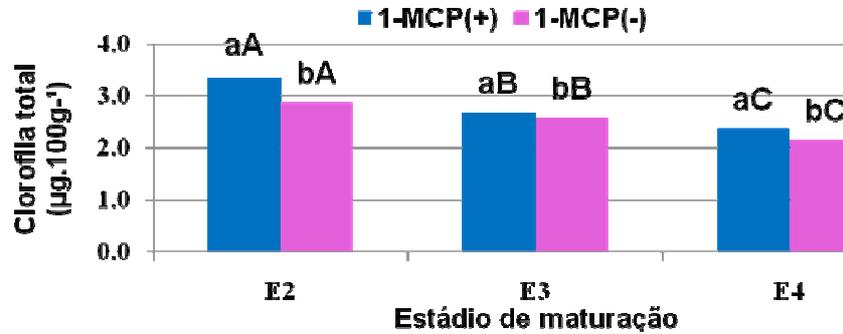


Figura 9. Clorofila total ($\mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C , nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 ($50 \text{ nL} \cdot \text{L}^{-1}$) e E4 ($500 \text{ nL} \cdot \text{L}^{-1}$). Letras minúsculas comparam tratamento com 1-MCP no mesmo estágio de maturação e letras maiúsculas os estádios de maturação dentro do mesmo tratamento com 1-MCP (Areia – PB, 2008)

A perda da cor verde deve-se a decomposição estrutural da clorofila, devido aos sistemas enzimáticos que atuam isoladamente ou em conjunto (Chitarra, Chitarra, 2005). Possivelmente, 1-MCP pôde interromper a seqüência normal de eventos bioquímicos associados com o amadurecimento de frutos, incluindo, a degradação da clorofila (SEREK *et al.*, 1995).

Durante os 16 dias de armazenamento sob refrigeração (11° C), os teores de clorofila total de todos os tratamentos apresentou um leve decréscimo, porém os frutos (+)1MCP mantiveram-se com médias superiores aos frutos que não receberam doses de 1-MCP. O 1-MCP em combinação com a refrigeração promoveu maior retenção da degradação da clorofila em todos os estádios de maturação avaliados. Mamões 'Golden' quando transferidos para condições ambientes (25°) apresentaram maiores taxas de degradação de clorofila, principalmente no estádio E3 e E4, porém, apenas no estádio E2 os frutos tratados obtiveram valores superiores de clorofila em relação aos frutos não tratados, durante o período de manutenção sob condições ambientes.

O 1-MCP foi eficiente em retardar a degradação da clorofila, principalmente quando associado à refrigeração. Gong, Mattheis (2003); Hershkovitz *et al.* (2005), encontraram que a atividade da clorofilase foi reduzida em brócolis e abacates tratados com 1-MCP, respectivamente. Mudanças lentas na fluorescência da clorofila de frutos tratados com 1-MCP e mantidos a temperatura ambiente foi reportado por Jayanty *et al.*, (2004), resultados similares também foram reportados por Golding *et al.*(1998) em bananas 'Williams' tratadas com 1-MCP, Oliveira Neto (2002) em três cultivares de bananas e em mangas 'Rosa' por Silva (2004).

Para muitos produtos, especialmente vegetais folhosos e certos frutos, assim como a maçã, a manutenção da coloração verde é desejável na exposição do produto, assim como o amarelo é considerado sinal de senescência (WATKINS, 2006). Porém, para outros frutos, a perda da clorofila e o desenvolvimento ou desmascaramento de pigmentos coloridos é um aspecto essencial do amadurecimento (KAYS,1997).

No presente experimento, o grau de retardamento da degradação da clorofila foi importante quando se tratar de frutos que irão ser transportados a longas distâncias (exportação), uma vez que chegarão ao seu destino sem sinais de

amadurecimento avançado ou senescência, com posterior desenvolvimento da coloração amarela atrativa para o consumidor final e ganho de vida útil de mercado.

3.10 Carotenóide Total: em mamões 'Golden' o teor de carotenóides totais aumentou durante amadurecimento. Estádios de maturação mais avançados apresentaram teores de carotenóides mais elevados, paralelo aos menores teores de clorofilas totais (Figura 10).

Durante o armazenamento sob refrigeração (11°C), os teores de carotenóides totais mantiveram-se constantes para frutos tratados e não tratados com 1-MCP, com pequena variação entre as doses de 1MCP utilizadas, observando-se um leve aumento no 16º dia para os frutos do estágio E3 e E4, provavelmente por se tratar de estágio de maturação mais avançado, mesmo que o E4 tenha recebido doses 10 vezes superior.

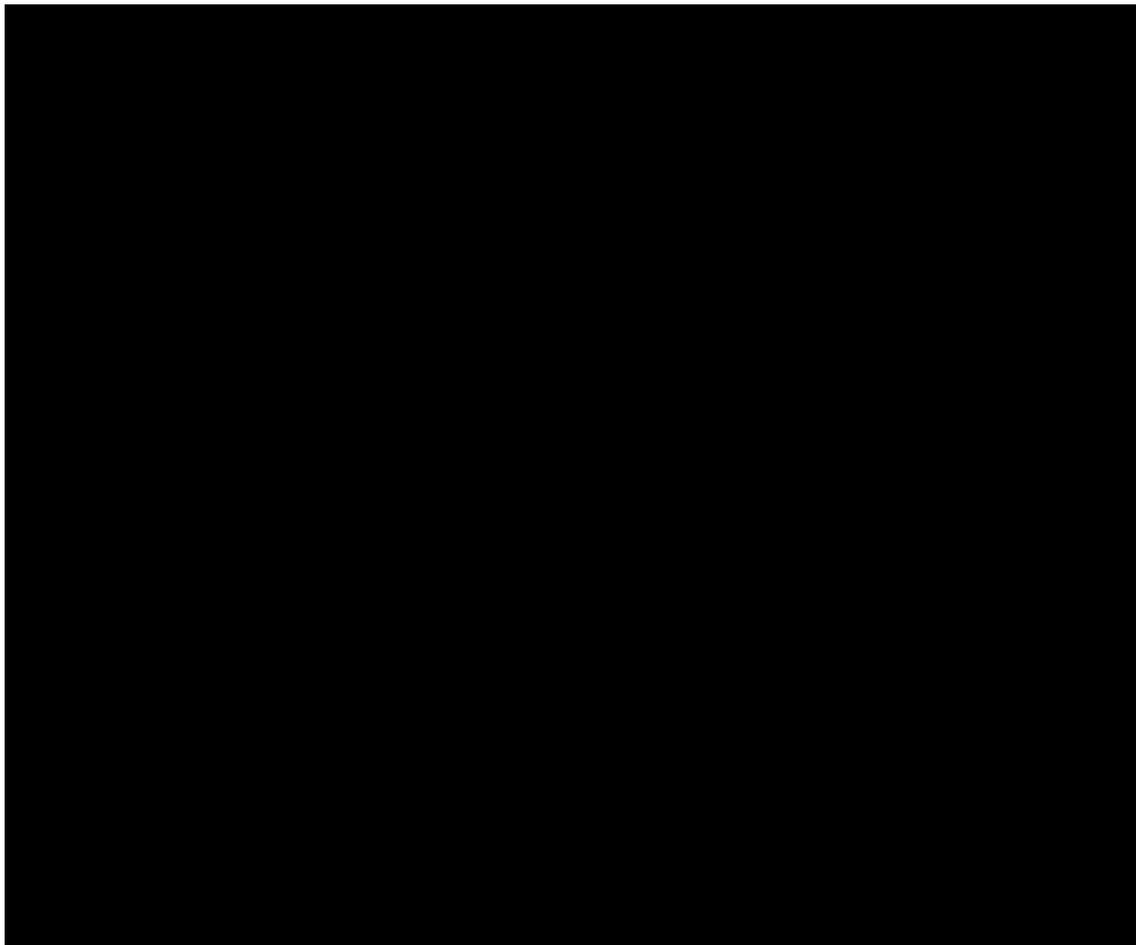
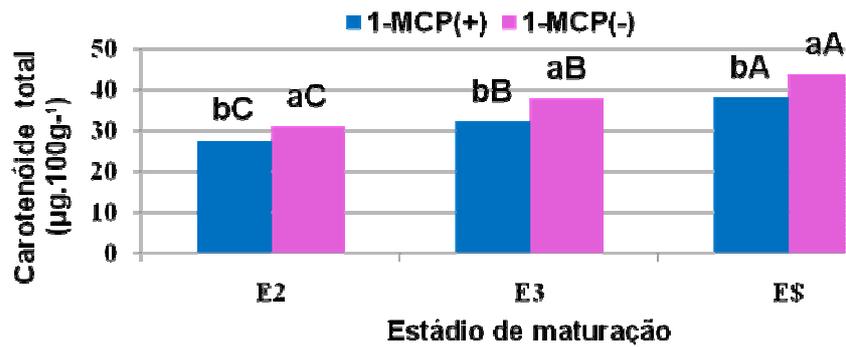


Figura 10. Carotenóide total ($\mu\text{g}.100\text{g}^{-1}$) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP), com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C , nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L^{-1}) e E4 (500 nL.L^{-1}). Letras minúsculas comparam tratamento com 1-MCP no mesmo estágio de maturação e letras maiúsculas os estádios de maturação dentro do mesmo tratamento com 1-MCP (Areia – PB, 2008)

Após a transferência dos frutos para condições ambientes (25°C), o aumento nos teores de carotenóides ocorreu de forma mais acentuada, paralelamente a

degradação da clorofila, principalmente para mamões não tratados com 1-MCP. Para os mamões tratados com 1-MCP, o conteúdo de carotenóides foi inferior nos frutos tratados, durante todo o período de transferência para condições ambientes, nos estádios de maturação avaliados.

A síntese de carotenóides é decorrente do metabolismo dos terpenos (TAIZ, ZEIGER, 2004). A evolução da cor pode ser dependente ou independente da ação do etileno (LELIÈVE *et al.*, 1997). Gross *et al.*(1976), reportam que em alguns frutos os carotenóides se encontram presentes nas cascas, sendo desmascarado quando a clorofila é degradada por meio da ação da clorofilase.

Desta forma, os resultados obtidos para este trabalho indicam a influência de 1-MCP no metabolismo dos carotenóides (SEREK *et al.*, 1995) e que pelo menos indiretamente dependente do metabolismo do etileno e, portanto que este hormônio está relacionado à síntese e/ou revelação dos carotenóides e degradação da clorofila.

A influência do 1MCP no metabolismo dos carotenóides foi mais evidente quando os mamões foram transferidos para as condições ambientes (25°).

3.8 Açúcares Redutores (AR): ao final do armazenamento não foi observado variação entre as doses de 1MCP empregadas, porém foram obtidas maiores médias nos teores de AR em estádios de maturação mais avançados (E3 e E4) (Figura 11).

Uma grande demanda de energia ocorre no sistema celular para dar continuidade aos intensos processos metabólicos durante a maturação, tais como a hidrólise de carboidratos de cadeia longa e conseqüente aumento nos teores de glicose e sacarose, além de outros componentes do flavor (TUCKER, 1993; KOSIYACHINDA *et al.*, 1984).

A hidrólise de polissacarídeos da parede celular, como hemiceluloses, celulosas e pectinas, contribuem discretamente para o aumento do teor de açúcares redutores dos frutos (KAYS, 1997). Em alguns frutos, a hidrólise de polissacarídeos de reserva, tais como o amido, também contribui para o aumento de açúcares solúveis durante a maturação. Para Selvaraj *et al.*(1982), o mamão apresenta teores de amido próximo a 0,5%, e portanto uma quantidade pouco significativa para ser hidrolizada durante o amadurecimento.

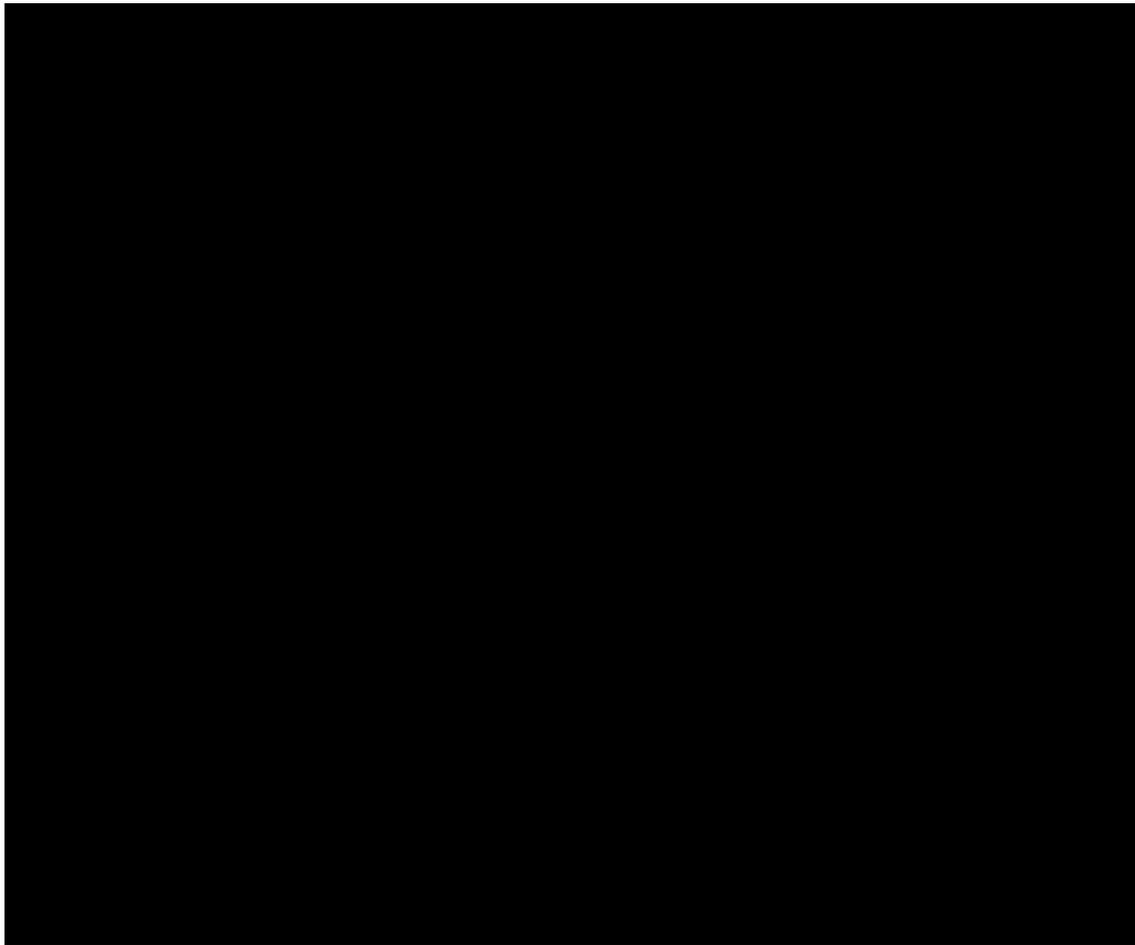
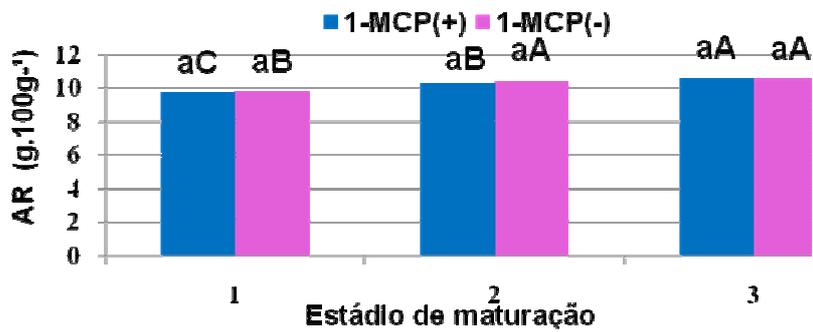


Figura 11. Açúcares Redutores (AR) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹). Letras minúsculas comparam tratamento com 1-MCP no mesmo estágio de maturação e letras maiúsculas os estádios de maturação dentro do mesmo tratamento com 1-MCP (Areia – PB, 2008)

O declínio dos teores de açúcares nos estádios finais de maturação pode ser atribuído ao avanço do amadurecimento, onde os açúcares solúveis começam a ser

metabolizados em taxas elevadas para dar suporte aos processos iniciais da senescência (KADER, 1986; KAYS, 1997).

Durante o armazenamento sob refrigeração (11°C) de mamões 'Golden' os valores de AR apresentaram pouca variação independente do tratamento ou estágio de maturação avaliado. A transferência da refrigeração para as condições ambientes aumentou o metabolismo do fruto. O tratamento com 1-MCP não influenciou nos teores de açúcares redutores nessas condições.

Após transferência dos frutos para condições ambientes (25°C), os valores de AR apresentaram aumento seguido de declínio leve, principalmente no E3 e E4. O aumento foi provavelmente devido à hidrólise de polissacarídeos da parede celular durante a maturação, marcando o início do amadurecimento e o declínio devido à degradação destes açúcares marcando o início da senescência.

Os frutos tratados com 1-MCP apresentaram aumento com posterior declínio menos intensos de AR, comparados aos frutos controle. Estes resultados podem ser atribuídos à efetividade do 1-MCP em reduzir a taxa metabólica (SEREK *et al.*, 1995) do mamão 'Golden', evidenciando a influência do 1-MCP no metabolismo dos açúcares, possivelmente através da redução da hidrólise de polissacarídeos da parede celular (durante o aumento), bem como da taxa de utilização de açúcares no processo respiratório (durante a fase de declínio).

3.9 Açúcares Não Redutores (ANR): ao final do armazenamento foi observado que frutos com maturação mais avançada apresentaram maiores médias para os valores de ANR. Frutos tratados com 1-MCP apresentaram valores de ANR inferiores aos frutos do tratamento controle (Figura 12).

Durante o armazenamento refrigerado de mamões 'Golden' os valores de açúcares não-redutores apresentaram pouca variação independente do tratamento ou estágios de maturação avaliados. Nessa condição e com a transferência dos frutos para a condição ambiente a utilização de ANR foi aumentada, desde que após transferência dos frutos para condições ambientes os açúcares não redutores apresentaram um declínio ao final do amadurecimento, provavelmente devido à utilização da sacarose como substrato na respiração (WHITING, 1970), através da sua conversão em açúcares redutores para suprir a glicólise de substrato respiratório (KAYS, 1997).

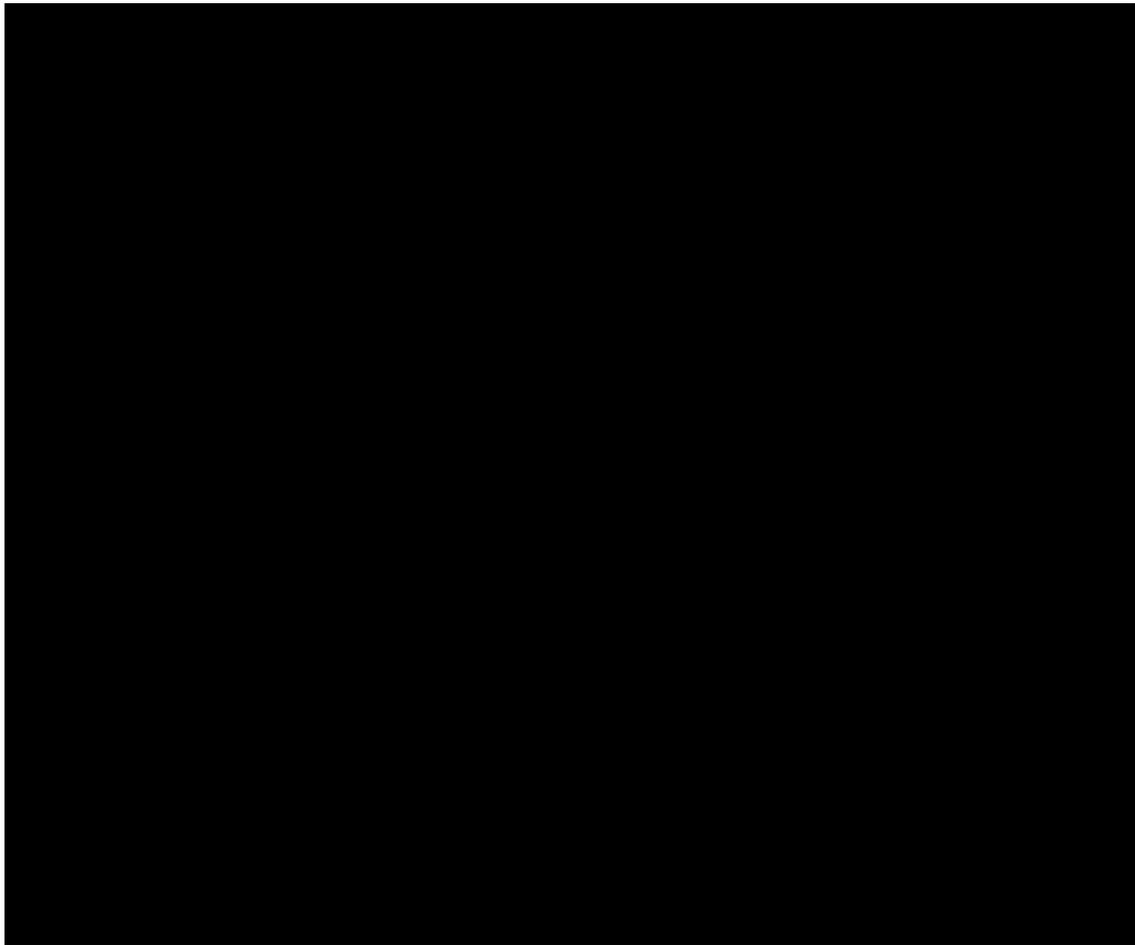
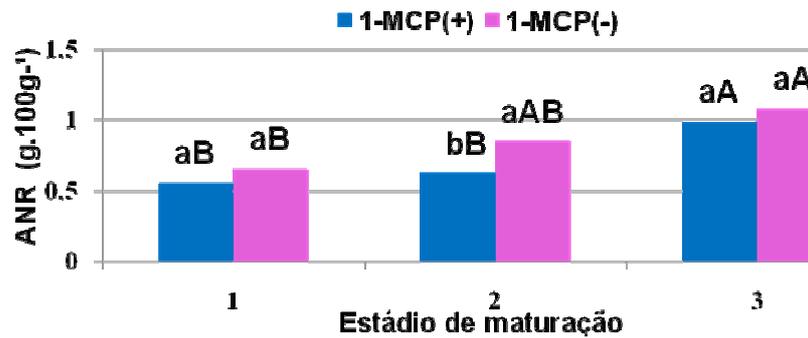


Figura 12. Açúcares Não Redutor (ANR) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹). Letras minúsculas comparam tratamento com 1-MCP no mesmo estágio de maturação e letras maiúsculas os estádios de maturação dentro do mesmo tratamento com 1-MCP (Areia – PB, 2008)

Segundo Gomez *et al.*,(1999) o adoçamento do fruto pode ser originado pelo acúmulo da sacarose oriunda da fotossíntese, ou por hidrólise de carboidratos de

reserva. Frutos climatéricos que apresentam grandes quantidades de amido no fruto ainda verde podem hidrolisar o amido após a colheita, resultando em quantidades significativas de sacarose no fruto maduro.

Os resultados obtidos no presente trabalho sugerem que não ocorre o adoçamento do mamão 'Golden', no período pós-colheita, provavelmente porque o fruto não possui quantidades significativas de amido para ser hidrolizado durante o amadurecimento pós colheita (CHAN *et al.*, 1979; PAULL, 1996).

3.10 Cor da casca (L^* , a^* , b^*): não houve diferença significativa entre as médias em relação ao parâmetro L^* (brilho da casca), ao final das avaliações. Porém, durante o armazenamento em condições refrigeradas (11°C), e durante a exposição dos frutos às condições ambientes observou-se um pequeno aumento no brilho da casca (aumento de L^*), até aproximadamente os 24 dias, quando estes valores começaram a declinar, características do início da senescência. O 1-MCP não influenciou neste parâmetro, bem como o estágio de maturação avaliado (Figura 13).

Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos em relação ao parâmetro a^* (perda da cor verde) ao final do armazenamento, porém foi observado um aumento nestes valores durante todo o período de avaliação, independente da dose de 1-MCP e do estágio de maturação avaliado (Figura 14).

Frutos de mamão 'Golden' quando mantidos sob refrigeração (11°C) apresentaram perda de coloração verde (aumento de a^*) em taxas menos elevadas quando comparadas aos frutos sob condições ambientes. Os estágios de maturação mais avançados, apresentaram maiores taxas de perda da cor verde, com maiores valores de a^* .

Durante o armazenamento sob condições ambiente, frutos tratados com 1MCP apresentaram valores de a^* inferiores aos frutos que não receberam doses de 1-MCP, o que mostra que o 1-MCP promoveu o retardo do desverdecimento do fruto, o que é desejável quando se trata de frutos para exportação.

Em relação ao parâmetro b^* (evolução da cor amarela), não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos ao final do armazenamento, no entanto foi observado uma pequena variação nas médias, em que frutos tratados com 1-MCP apresentou valor de b^* inferior ao controle. Os valores deste parâmetro

aumentou durante todo o período de avaliação, independente da dose de 1-MCP e do estágio de maturação avaliado (Figura 15).

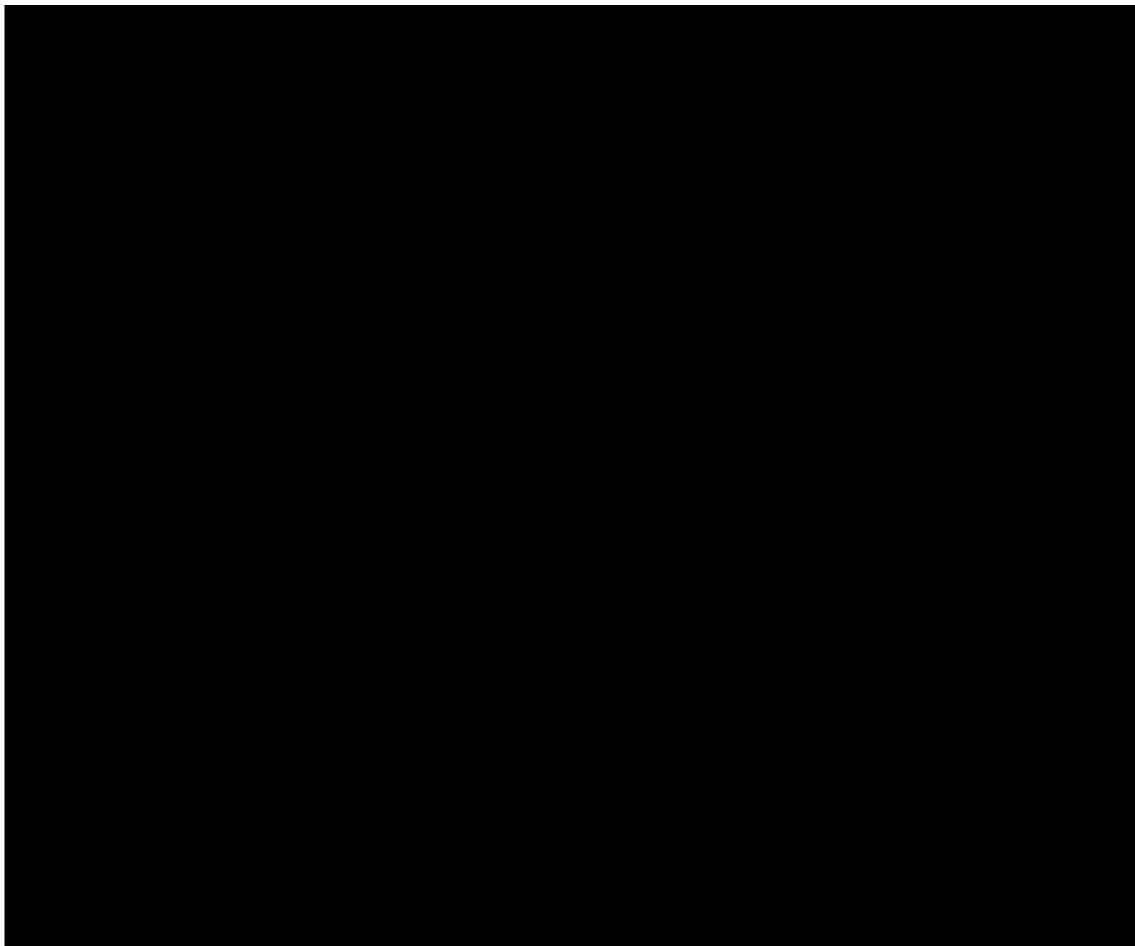
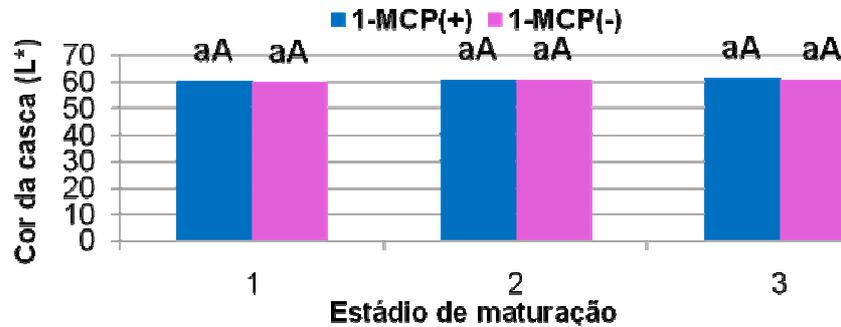


Figura 13. Cor da Casca L^* de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹). Letras minúsculas comparam tratamento com 1-MCP no mesmo estágio de maturação e letras maiúsculas os estádios de maturação dentro do mesmo tratamento com 1-MCP (Areia – PB, 2008)

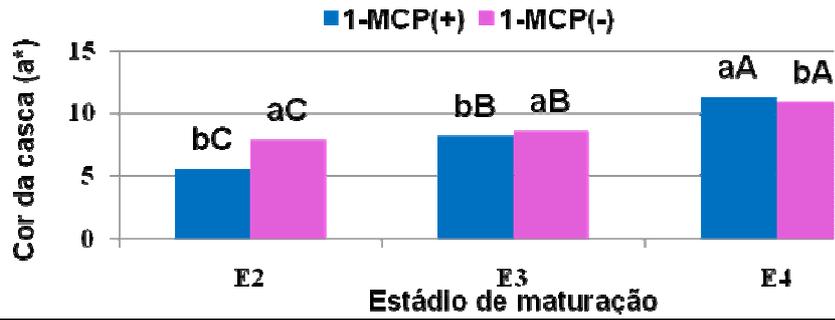
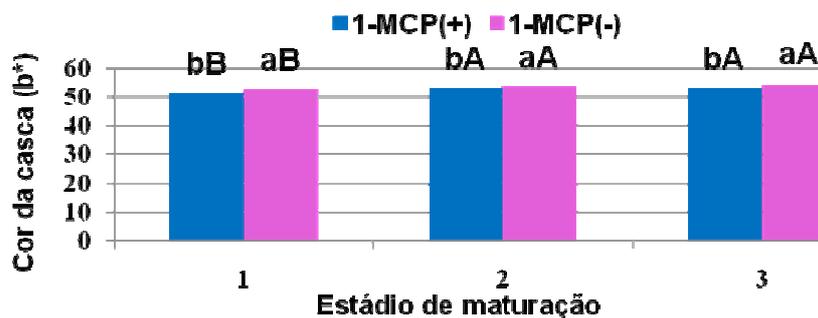


Figura 14. Cor da Casca a* de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹). Letras minúsculas comparam tratamento com 1-MCP no mesmo estágio de maturação e letras maiúsculas os estádios de maturação dentro do mesmo tratamento com 1-MCP (Areia – PB, 2008)



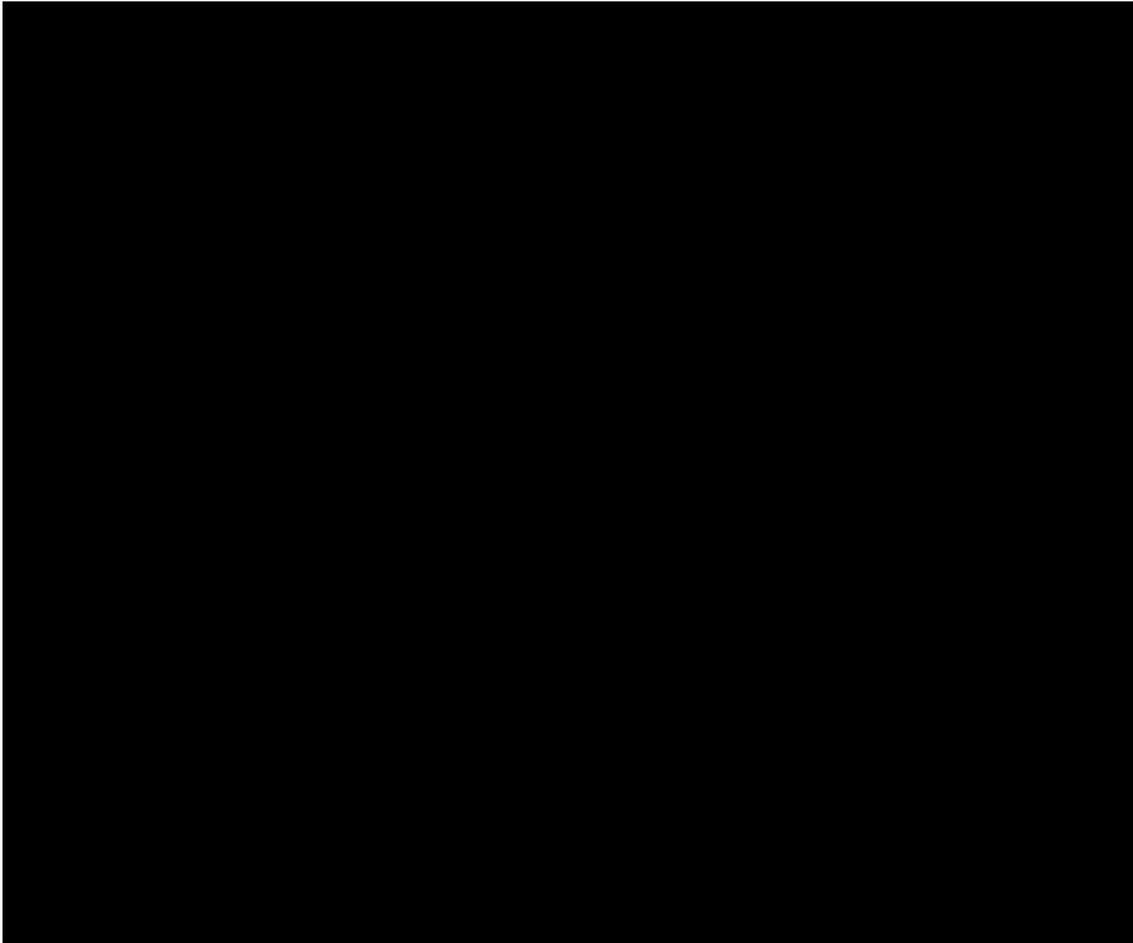


Figura 15. Cor da Casca b^* de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹). Letras minúsculas comparam tratamento com 1-MCP no mesmo estágio de maturação e letras maiúsculas os estádios de maturação dentro do mesmo tratamento com 1-MCP (Areia – PB, 2008)

Estes resultados sugerem que o 1-MCP influenciou na redução da evolução da coloração amarela de mamões Golden, provavelmente por influência do 1-MCP no metabolismo dos carotenóides (SEREK *et al.*, 1995), o que também foi demonstrado em cultivares de banana, reportado por Oliveira Neto (2002) e em mangas ‘Rosa’ por Silva (2004)

4. CONCLUSÃO

O uso de 1-metilciclopropeno em mamão ‘Golden’ foi eficiente em baixar a taxa metabólica do fruto, evidenciado pela manutenção dos conteúdos de sólidos solúveis, açúcares e ácido ascórbico em estágio de maturação mais iniciais, principalmente naqueles onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2).

O 1-MCP mesmo em doses 10 vezes superior aplicado no estágio de maturação onde a cor da casca era 40 a 55% amarela (E4), não reduziu o metabolismo de mamão 'Golden'.

O desverdecimento da casca de mamão 'Golden' foi retardado pelo tratamento com 1-MCP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMODIO, M. I.; RINALDI, R.; COLELLI, G. Effects of controlled atmosphere and treatment with 1-methylcyclopropene (1-MCP) on ripening attributes of tomatoes. **Acta Horticulturae**, Brugges, v.1, n. 682, p. 737-742, 2005.

ARNON, D. I. Cooper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidases in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, Washington, v. 24, n. 1, p.1-15, 1985.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS- AOAC. **Official methods os analyses of the association of Official Analytical Chemistrs**. 12 ed., Washington, DC. 1014 p, 1984.

BLANKENSHIP, S. M.; DOLE, J. M. 1-Methylcyclopropene: a review. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 28, n. 1, p. 1-25, 2003.

BOTREL, N.; FREIRE, M. J.; VASCONCELOS, R. M.; BARBOSA, H. T. G. Inibição do amadurecimento de banana 'Prata-Anã' com a aplicação do 1-Metilciclopropeno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 53-56, 2002.

BRAPEX- Associação Brasileira dos Exportadores de PapayaExportação. Apresenta informações sobre a exportação do mamão brasileiro Disponível em: www.brapex.net/index_1024.asp. Acesso em :02 fev 2007.

BRON, I. U. **Amadurecimento do mamão "Golden": ponto de colheita, bloqueio da ação do etileno e armazenamento refrigerado**. Tese (Doutorado em Agronomia-fitotecnia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ, São Paulo, 67p. 2006.

BRON, I. U.; JACOMINO, A. P. Ripening and quality of Golden papaya fruit harvested at different maturity stages. **Brazilian Journal Plant Physiology**, Londrina, v. 18, n. 3, p. 389-396, 2006.

CALBO, C. Otros sistemas de medida: Hunter, Munssell, etc. *In*: Universidade de Chile, El Color en alimentos. Medidas Instrumentales. **Publicaciones Miscelanes Agrícolas**. Univerdidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, v.31, p.36-47, 1989.

CHAN Jr., H. T, HIBBARD, K., GOO, T. AKAMINE, E. K. Sugar composition of papayas during fruit development. **HortScience**. v.14, n. 2, p. 140-141, 1979.

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

COCOZZA, F. M. **Maturação e conservação de manga Tommy Atkins à aplicação pós-colheita de 1-metilciclopropeno**. 2003. 198f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Pós-Colheita) Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP.

CORDENUNSI, B. R., LAJOLO, F. M.(1995) Starch breakdown during banana ripening: Sucrose Synthase and Sucrose Phosphate Synthase. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** , v.43, n.2, p.347-351, 1995.

CUNHA, G. A. P.; CABRAL, J. R. S.; SOUZA, L. R. S. *In*: CUNHA, G. A. P.; CABRAL, J. R. S., SOUZA, L. F. S. (Org.) **O abacaxizeiro: Cultivo, agroindústria e economia**. Brasília: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura, 480p. , 1999.

DRAETTA, I. S.; SHIMOKOMAKI, M.; YOKOMIZO, Y.; FUJITA, J. T.; MENEZES, H. C.; BLEI NNROTH, E. W. Transformações bioquímicas do mamão (*Carica papaya*) durante a maturação. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 6 p. 395-408, 1995.

FONSECA M. J. O. Escalas de maturação dos mamões “Sunrise Solo” e “Golden”. *In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA*, 17, 2005.

GOLDING, J. B.; SHEARER, D.; WYLLIE, S. G. ; McGLASSON, W. B. Application of 1-MCP and propylene to identify ethylene-dependent ripening processes in mature banana fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 14, n. 1, p. 87-98, 1998.

[GOMEZ, M. L. P. A.](#); [LAJOLO, F. M.](#); [CORDENUNSI, B. R.](#) Metabolismo de carboidratos durante o amadurecimento do mamão (*Carica papaya* L. Cv. Solo): influência da radiação gama. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, maio/ago. vol. 19, n. 2, p. 246-252. ISSN 0101-2061, 1999.

GONG, Y. P.; MATTHEIS, J. P. Effect of ethylene and 1-methylcyclopropene on chlorophyll catabolism of broccoli florets. **Plant Growth Regulation**. 40:33–8, 2003

GROOS, J.; CANNON, M.; LIFSHITZ, A.; COSTRS, C. Carotenoids of banana pulp, peel and leaves. **Food Science Technology**, v. 9, p. 211-214, 1976.

HARRIS, D. R.; SEBERRY, J. A.; WILLS, R. B. H; SPOHR, L. J. Effect of fruit maturity on efficiency of 1-methylcyclopropene to delay the ripening of bananas. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 20, p. 303-308, 2000.

HERSHKOVITZ, V.; SAGUY, S. I.; PESIS, E. Postharvest application of 1-MCP to improve the quality of various avocado cultivars. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 37, n. 3, p. 252-264, 2005.

INSKEEP, W. P.; BLOOM, P. R. Extinction coefficients of chlorophyll a and b in N,N-Dimethylformamide and 80% acetone. **Plant Physiology**, Washington, v. 77, p. 483 - 485, 1985

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

JAYANTY, S. S.; CANOLES, M., BEAUDRY, R. M. Concentration dependence of Redchief Delicious Apple fruit softening and chlorophyll fluorescence to repeated doses of 1-methylcyclopropene. **Journal American Society for Horticultural Science**, 129:760–5, 2004.

KADER, A. A. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 40, n. 5, p. 99-104, 1986.

KAYS, S. J. **Postharvest Physiology of Perishable Plant Products**. Athens, Avi, 532p, 1997.

KOSIYACHINDA, S.; LEE, S. K.; POERNOMO. Maturity indices for harvesting of mango. *In*: MENDONZA Jr, D. B & WILLS, R. B (Eds). **Mango: Fruit Development, Postharvest Physiology and Marketing in ASEAN**. ASEAN Food Handling Bureau, 1984

LAAMIN, M.; AIT-OUBAHOU, A.; BENICHO, M. Some effects of 1-methylcyclopropene on the quality of Clementine mandarin fruit kept at ambient temperature. **Acta Horticulturae**, Brugg, v. 1, n. 682, p. 695-700, 2005.

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

LELIÉVRE J. M. ; TICHIT, L. ; DAO, P. ; FILLION, L. ; NAMYW ; PECH, J.C. ; *et al.* Effects of chilling on the expression of ethylene biosynthetic genes in Passe-Crassane pear (*Pyrus communis* L.) fruits. **Plant Molecular Biology**, v.33, p.847-55, 1997

LELIÉVRE, J. M.; LATCHÉ, A.; JONES, B.; BOUZAYEN, M.; PECH, J. C. Ethylene end fruit ripening. **Physiologia Plantarum**, Compenhagen, v. 101, p. 727-739, 1997

NOGUEIRA, R. J. M. C.; MORAES, J. A. P. V.; BURITY, H. A.; SILVA JÚNIOR, J. F. Efeito do estágio de maturação dos frutos nas características físico-químicas de acerola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 4, p. 463-470, 2002.

OLIVEIRA NETO, O. C. **Maturação e conservação sob atmosfera modificada de bananas 'Prata', 'Pacovan' e 'Nanicão' tratadas pós-colheita com 1-metilciclopropeno (1-MCP)**. (Dissertação de Mestrado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2002.

PAULL, R. E. Pineapple and Papaya. *In*: SEYMOUR, G. B., TAYLOR, J. E., TUCKER, G. A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, p. 302-315, 1996.

REDGWEL, R. J., HARKER, R. Softening of kiwifruits discs: effect of inhibition of galactose loss from cell walls. **Phytochemistry**, Oxford, v.39,n.6,p.1319-1323, 1995.

REIS NETO, S. A. **Qualidade pós-colheita do mamão (*Carica papaya*) cv. Golden armazenado sob atmosferas modificadas**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2006.

SALOMÃO, L. C. C.; SIQUEIRA, D. L. de; SANTOS, D.; BORBA, A. N. **Cultivo do mamoeiro**. Viçosa: Ed. da UFV, 73 p. 2007

SÃO PAULO. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análises de alimentos.** 3^o ed.,v.1, 1985.

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

SEREK, M.; SISLER, E.C.; REID, M. S. 1-methylcyclopropene, a novel gaseus inhibitor of ethylene action, improves the life of fruit, cut flowers and potted plants. **Acta Horticulturae**, Brugg, v. 394, p. 337-345, 1995.

SILVA, M. S. **Fisiologia da Maturação e Conservação Pós-Colheita de manga 'Rosa' Tratada com 1-Metilciclopropeno e minimamente Processada.** (Dissertação de Mestrado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2004.

SILVA, S. M.; SANTOS, E. C.; SANTOS, A. F.; SILVEIRA, I. R. S.; MENDONÇA, R. M. N.; ALVES, R. E. Influence of 1-Methylcycloprene on postharvest conservation of different mango cultivars. **Acta Horticultural**, v. 645, p. 663-670, 2004.

SISLER, E.C.; SEREK, M. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: recent developments. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.100, n.1, p.577-582, 1997.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 3. Ed. Porto Alegre: Artmed, 720 p., 2004.

TUCKER, G. A. Mango. *In*: SEYMOUR, G. B., TAYLOR, J. E., TUCKER, G. A. **Biochemistry of Fruit Ripening.** London: Chapman & Hall, 454p., 1993.

ULRICH, R. Organic Acids. *In*: HULME, A. C. **The Biochemistry of the Fruits and their Products.** London: Academic Press, p.305-358, 1970.

VENTURA, J.A.; COSTA, H. Controle de doenças em pós-colheita no mamão: estágio atual e perspectivas. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.28, n.2, p.137-138, 2002.

WATKINS, C. B. The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. **Biotechnology Advances**, Amsterdam, v. 24, n. 4, p. 389-409, 2006.

WHITING, G.C. Sugars. *In*: HULME, A.C. **The biochemystry of fruits and their products.** London: Academic Press, 1970, v. 1, 1-30.

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

ZIOSI, V.; BIONDI, S.; TORRIGIANI, P.; RASORI, A.; BREGOLI, A. M.; COSTA, G. 1-MCP effects in nectarines: dependence o storage temperature, and relationship with polyamines. **Acta Horticulturae**, Brugges, v. 2, n. 682, p.1241-1247, 2005.

CAPÍTULO IV

CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MAMÃO 'GOLDEN' TRATADO COM 1-METILCICLOPROPENO EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO

CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MAMÃO 'GOLDEN' TRATADO COM 1-METILCICLOPROPENO EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito inibitório do 1-metilciclopropeno (1MCP), um bloqueador da ação do etileno, sobre o amadurecimento de mamão 'Golden' nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4), visando aumentar o período de conservação

pós colheita do fruto. Mamões selecionados nos estádios E2 e E3 foram tratados com 50 nL.L⁻¹ de 1-metilciclopropeno (1-MCP) e os do estádio E4 com 500 nL.L⁻¹ de 1-MCP durante 12 horas a 10°C. Os frutos foram provenientes da Fazenda Santa Terezinha e empacotadora Doce Mel situada no município de Mamanguape-PB, e os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-colheita do Centro de Ciências Agrárias da UFPB. Foi avaliado a conservação pós colheita de mamão tratado com 1MCP nos estádios de maturação E2, E3 e E4 e armazenados à 11°C durante 16 dias e transferidos para condições ambientes (25°C), durante 12 dias. O 1MCP foi eficiente em reduzir as perdas, manter a vida útil pós colheita de mamão 'Golden', sendo mais evidente para frutos do estádio de maturação E2. O 1-MCP aplicado no estádio de maturação E4, não manteve significativamente a qualidade. O 1-MCP reduziu as perdas pós colheita de mamão 'Golden' em 30% e aumentou em dois dias a vida útil pós colheita do fruto, mantendo a resistência ao ataque de microorganismos, retardando os sinais de senescência e apresentando maior percentagem de frutos comercializáveis dentro das exigências do mercado externo.

Palavras-chave: *Carica papaya*, 1-MCP, comercialização, podridão, aparência.

POST HARVEST CONSERVATION OF PAPAYA 'GOLDEN ' TREATED WITH 1-METHYLCYCLOPROPENE IN DIFFERENT MATURATION STAGES

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the inhibitory effect of 1-methylcyclopropene (1MCP), a blocker of ethylene action on ripening of 'Golden' papaya harvested in the maturation stages (E2) skin color was 10 to 25% yellow, (E3) skin color was 25 to 40% yellow, and (E4) skin color was 40 to 55% yellow (E4),

aiming to increase the postharvest life of the fruit. Papaya fruits selected in the maturity stages E2 and E3 were treated with 50 nL.L⁻¹ of 1-MCP and the maturity stage E4 with 50 nL.L⁻¹ of 1-MCP for 12 hours at 10°C. Fruits were from the Fazenda Santa Terezinha - Doce Mel Packinghouse, located in the Mamanguape municipality, Paraíba State, Brazilian Northeast, and the experiments were carried on at the Laboratory of Postharvest Biology and Technology of the Centro de Ciências Agrárias of the Universidade Federal da Paraíba. It was evaluated the postharvest conservation of papaya fruit treated with 1-MCP at the maturity stages E2, E3, and E4, and stored at 11°C during 16 days and transferred to room conditions (25°C and 72% RH) during 12 days. The 1-MCP was effective in reducing the losses in quality, maintaining the postharvest life of 'Golden' papaya, more evidently for fruits treated in the maturity stage E2. The 1-MCP reduced in 30 % the postharvest losses of 'Golden' papaya of the stage E2 and enhanced in two days the postharvest life of the fruit, maintaining the resistance to the microbial attack, delaying the symptoms of senescence, and showing greater percentage of marketable fruits, within the demands of exportation markets.

Key words: *Carica papaya*, 1-MCP, marketing, decay, appearance.

1. INTRODUÇÃO

Originado na América, o mamoeiro (*Carica papaya* L.) é cultivado em mais de 40 países, sendo o Brasil o principal produtor mundial (FAO, 2007), no entanto ocupa apenas o terceiro lugar entre os países exportadores desse fruto (BRAPEX, 2005).

As perdas em pós-colheita de mamão são elevadas em decorrência da elevada perecibilidade desses frutos (VENTURA, COSTA, 2002).

O mamão é um fruto climatérico cujas transformações resultantes do amadurecimento ocorrem rapidamente quando este é colhido fisiologicamente maduro, em decorrência da produção de etileno (JACOMINO *et al.*, 2002). Embora esse fruto seja embalado e transportado para os mercados importadores sob refrigeração, é necessário associar outras tecnologias que potencializam a redução do metabolismo pela utilização da baixa temperatura.

O amadurecimento pode ser retardado por meio do uso de inibidores da ação do etileno, entre os quais se destaca o 1-metilciclopropeno (1-MCP) (BLANKENSHIP, DOLE, 2003). Assim, a combinação de refrigeração pode ser eficiente em manter a qualidade e ampliar a vida útil pós colheita de mamão 'Golden'

O 1- Metilciclopropeno (1-MCP) é uma nova ferramenta que tem sido utilizada com sucesso no controle do amadurecimento e na extensão da vida útil pós-colheita e manutenção da qualidade de produtos vegetais (BLANKENSHIP, DOLE, 2003; BOTREL *et al.*, 2002; HARRIS *et al.*, 2000; GOLDING *et al.*, 1998).

A ação do etileno é inibida quando o 1-MCP se liga aos receptores deste fitorregulador nos vegetais. O 1-MCP liga-se a estes sítios receptores do etileno, inibindo a ação desse hormônio, retardando o processo de amadurecimento. Porém, novos sítios receptores podem ser sintetizados, retornando a sensibilidade dos frutos ao etileno (SISLER, SEREK, 1997). No entanto o estágio de maturação em que o 1-MCP pode ser aplicado é determinante para que o controle do amadurecimento seja bem sucedido e, mais importante, que o amadurecimento possa prosseguir normalmente.

Considerando a potencialidade do 1-MCP em controlar o amadurecimento de frutos, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a influencia bloqueador da ação do etileno sobre a conservação pós-colheita do mamão 'Golden' considerando a cadeia de embalagem e transporte desse fruto para exportação.

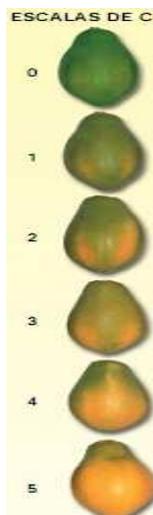
2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-colheita do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal da Paraíba/UFPB- Areia-PB.

2.1 Instalação e Condução do Experimento

Mamões do grupo Solo cultivar 'Golden', foram colhidos no mês de setembro e provenientes da empresa Frutas Doce Mel, localizada na Fazenda Santa Terezinha situada no município de Mamanguape-PB, Mesorregião da Mata Paraibana, que apresenta altitude média de 35m, situando-se entre as coordenadas geográficas 06° 50' 19"S de latitude e 35° 07' 34"W de longitude. A precipitação média anual é de 1.634.2 mm. O período chuvoso começa no outono tendo início em fevereiro e término em outubro.

Os frutos foram colhidos manualmente, evitando-se impactos, entre 7 e 8 horas da manhã, selecionados quanto à maturidade (utilizando-se a escala da figura 1), ausência de danos físicos ou fisiológicos, de doenças, e acondicionados em caixas plásticas forradas com plástico bolha, sendo imediatamente transportados ao packinghouse.



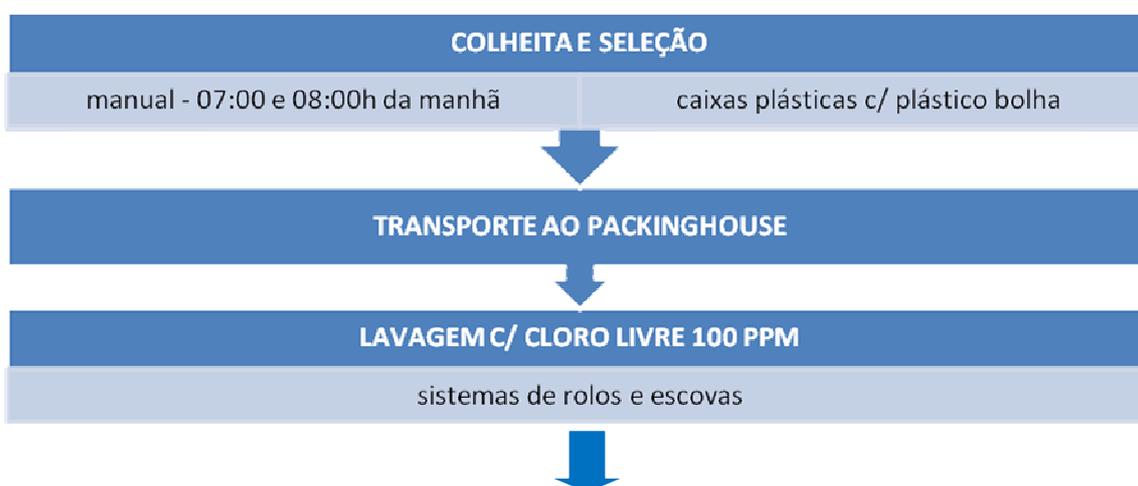
- Estádio 0** - fruto crescido e desenvolvido (100% verde);
- Estádio 1** - fruto com até 15% da superfície amarela;
- Estádio 2** - frutos com até 25% da superfície amarela (1/4 madura);
- Estádio 3** - frutos com até 50% da superfície amarela;
- Estádio 4** - frutos com 50 a 75% da superfície amarela;
- Estádio 5** - frutos com 100% da superfície amarela

Figura 1: Escalas visuais de maturação dos mamões 'Golden' (System Approach).

No packinghouse os frutos foram lavados com água contendo 100ppm de cloro livre em tanque de lavagem sendo conduzidos em esteiras dotadas de sistema de rolos e escovas. Em seguida foi realizada seleção manual em esteira, sendo removidos frutos danificados ou fora da faixa de maturidade, seguindo para esteira classificadora onde os frutos foram separados por peso e tamanho.

Os mamões foram submetidos ao tratamento hidrotérmico, sendo mergulhados em tanques com água a $45^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 40 minutos e em seguida transferidos para tanque com água a temperatura de 10°C por 15 minutos (Figura 2).

Em seguida, para aplicação de cera e tratamento antifúngico, frutos foram imersos durante oito segundos em solução composta por 100L de água, 30L de cera com formulação líquida à base de carnaúba e resinas de colofonia (Aruá®), adicionada de 40 mL do fungicida Prochloraz do grupo dos imidazoles (Sportak®).



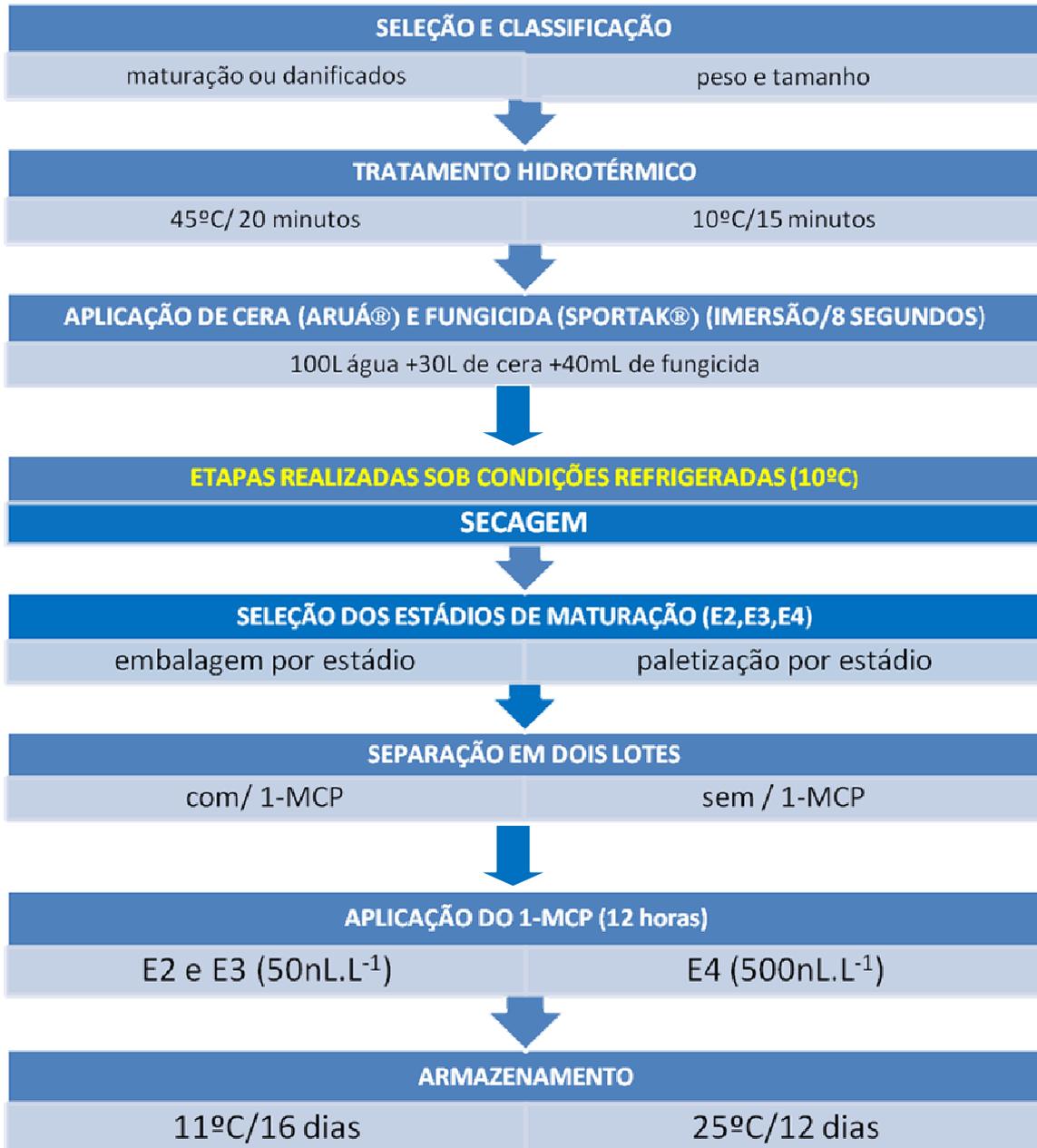


Figura 2: Fluxograma das etapas do preparo de mamão 'Golden' no packinghouse tratados com 1-MCP.

Em seguida, os frutos foram transferidos para ambiente refrigerado a $11^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, onde foram deixados a secar e selecionados quanto ao estágio de maturação de acordo com a escala apresentada na Tabela 1, tomando como base a escala de cores do System Approach (Figura 1). Sendo os frutos dos estádios E2, E3 e E4 (Figura 3), embalados em caixas de papelão corrugado com capacidade para 20 frutos, paletizados e separados em dois lotes.



Figura 3: Mamão 'Golden' nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4).

Os frutos de cada estádio foram separados em dois lotes, sendo um desses submetido ao tratamento com 1-MCP (Smart Fresh® - 0,14% i.a.). Frutos dos estádios E2 e E3 foram tratados com 50 nL.L⁻¹ de 1-MCP. Frutos do estádio E4 foram tratados com 500 nL.L⁻¹ de 1-MCP durante 12 horas a 10°C ± 1°C e 90% de UR, outro lote (controle) recebeu 0 nL.L⁻¹ de 1-MCP, compondo os tratamentos descritos na Tabela 2.

A aplicação de 1-MCP foi realizada em frutos acondicionados nas caixas sobrepostas no interior de tenda plástica estrutura em tubos de PVC, com dimensões de 135 cm x 163 cm x 183 cm e volume interno de 4 m³, montada sobre assoalho forrado com plástico e hermeticamente lacrada com fita adesiva (Silver Tape) entre o plástico do assoalho e a parte inferior da tenda para retenção do 1-MCP gasoso.

Tabela 1. Descrição dos Estádios de maturação, de acordo com a cor da casca, de mamão 'Golden' proveniente da Zona da Mata Paraibana (MAMANGUAPE - PB, 2008).

| Est. | | Coloração |
|------|------|-----------|
| Nº | Cód. | |

| | | |
|---|-----|--|
| 1 | E 1 | Frutos no início do amadurecimento, apresentando na casca as primeiras listras amarelas, com até 10% da superfície amarela, envolvida por cor verde; |
| 2 | E 2 | Frutos com coloração da casca entre 10 e 25% da coloração amarela envolvida pela cor verde; |
| 3 | E 3 | Frutos com coloração da casca entre 25 e 40% da coloração amarela envolvida pela cor verde; |
| 4 | E 4 | Frutos com coloração da casca entre 40 e 55% da coloração amarela envolvida pela cor verde; |
| 5 | E 5 | Frutos com coloração da casca entre 55 e 70% da coloração amarela envolvida pela cor verde; |
| 6 | E 6 | Frutos com coloração da casca entre 70 e 85% da coloração amarela envolvida pela cor verde; |
| 7 | E 7 | Frutos com coloração da casca superior a 85% ou totalmente amarelos. |

O preparo do 1-MCP foi realizado em frascos de vidro de 40ml dotados com tampas plásticas. O 1-MCP nas quantidades equivalentes a cada concentração de 1-MCP gasoso foi adicionado aos frascos e em seguida adicionada água destilada em temperatura entre 40 e 60°C, fechando-se e a seguir agitando-se até completa dissolução do produto.

Para a obtenção das concentrações de 50 e 500 nL.L⁻¹, foram pesados 0,32 e 32 g do 1-MCP (14% i.a.) nos frascos e adicionados 5 e 16 ml de água com uma seringa no septo da tampa, respectivamente. Para a dispersão do 1-MCP gasoso no interior das tendas e das caixas, foi utilizado pequeno ventilador com bateria para a circulação do gás.

Tabela 2. Tratamentos com 1-MCP durante 12 horas, aplicados em mamão 'Golden' oriundo da Zona da Mata Paraibana (MAMANGUAPE – PB, 2008).

| CÓDIGO | ESTÁDIO | TRAT. 1MCP |
|---------------|---------|------------|
| (-)1MCP - E 2 | E 2 | Sem (-) |
| (-)1MCP - E 3 | E 3 | Sem (-) |
| (-)1MCP - E 4 | E 4 | Sem (-) |
| (+)1MCP - E 2 | E 2 | Com (+) |
| (+)1MCP - E 3 | E 3 | Com (+) |
| (+)1MCP - E 4 | E 4 | Com (+) |

Após o tratamento com 1-MCP os frutos foram transportados em caminhão fechado refrigerado até o Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-colheita do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da UFPB e armazenados em câmara fria à $11^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e 90 – 95 % de UR durante 16 dias, simulando o período de transporte marítimo com destino a Europa. Após os 16 dias em condições de refrigeração, os frutos foram transferidos para condições ambiente (25°C e 75% de RH), simulando o período de comercialização durante 12 dias até o completo amadurecimento.

A caracterização da qualidade foi realizada aproximadamente 36 horas após a aplicação das doses de 1-MCP. Foram avaliadas características físicas e físico-químicas, em 4 repetições, sendo 5 frutos/repetição para cada tratamento, num total de 240 frutos. Nestas condições avaliou-se 720 frutos para os parâmetros de aparência geral, evolução da cor subjetiva da casca, número de frutos comercializáveis e incidência de podridão, sendo 120 frutos por tratamento. Para os parâmetros de firmeza, AST, cor da casca (C^* , H^*) e perda de massa, foram utilizados 4 frutos/repetição, sendo 3 repetições.

As avaliações de firmeza, açúcares solúveis totais (AST), aparência geral, evolução da cor subjetiva da casca e a cor da casca (C^* , H^*) durante o armazenamento refrigerado as avaliações foram feitas a cada 4 dias e em condições ambientes a cada 2 dias. A perda de massa foi avaliada diariamente.

Quanto à incidência de podridões e número de frutos comercializáveis as avaliações foram realizadas diariamente após transferência dos frutos para condições ambientes.

2.2 Avaliações

Firmeza (N): determinada individualmente em dois pontos distintos da região equatorial no fruto íntegro, com penetrômetro Magness Taylor Pressure Tester (DRILL PRESS STAND, CANADÁ) e os resultados expressos em Newtons.

Perda de massa: calculada tomando-se como referência o peso inicial dos frutos, para cada período de análise, usando-se balança semi-analítica.

Açúcares Solúveis totais (AST): foram obtidos pela soma de açúcares redutores e açúcares não-redutores de acordo com o método descrito nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (SÃO PAULO, 1985).

Cor da casca (C*, H*): realizada através do Colorímetro portátil Minolta CA 300, o qual expressa a cor nos parâmetros: C* (representa a vividez da cor (cor vívida, pálida) e H* (corresponde a intensidade da cor clara ou escura) (CALBO, 1989).

Avaliação subjetiva da cor (Escala de 1 a 7): as avaliações subjetivas foram realizadas em seis repetições/tratamento por seis observadores não treinados mediante comparação de foto com escala crescente, descrição de cada escore com a amostra do fruto para cada unidade experimental, determinando-se ao final o valor médio, conforme escala a seguir:

1=Frutos no início do amadurecimento, apresentando na casca as primeiras listras amarelas, com até 10% da superfície amarela, envolvida por coloração verde;

2= Frutos com coloração da casca entre 10 e 25% da coloração amarela envolvida pela cor verde;

3= Frutos com coloração da casca entre 25 e 40% da coloração amarela envolvida pela cor verde;

4= Frutos com coloração da casca entre 40 e 55% da coloração amarela envolvida pela cor verde;

5= Frutos com coloração da casca entre 55 e 70% da coloração amarela envolvida pela cor verde;

6= Frutos com coloração da casca entre 70 e 85% da coloração amarela envolvida pela cor verde;

7= Frutos com coloração da casca superior a 85% ou totalmente amarelos.

Incidência de Podridões e Sinais Iniciais de Senescência: foi realizada contando-se o número de frutos atacados por doenças, sinais iniciais de senescência ou com lesões a partir de 1 cm de tamanho. As avaliações foram realizadas após simulação do transporte marítimo e diariamente sob condições ambiente (período de simulação da comercialização). Para confirmação e identificação dos patógenos presentes foram utilizados exames microbiológicos e microscópicos (MARTINS *et al.*;2005).

Número de Frutos Comercializáveis: foi obtido contando-se o número de frutos que se encontravam dentro dos pré-requisitos das exigências de comercialização no mercado externo, excluindo-se os frutos com aparência externa, firmeza da polpa, coloração da casca e podridão ou lesão que tornavam os frutos inaceitáveis especialmente para o consumidor do mercado externo.

Avaliações subjetivas de Aparência (Escala de 1 a 9): realizada por seis avaliadores não-treinados, que atribuíram notas para a aparência geral dos frutos em uma escala de 9 pontos (1- inaceitável a 9- excelente) conforme escala a seguir:

9 – Excelente: fruto fresco, completamente túrgido, superfície lisa e brilhante, ausência de murchamento, completamente amarelo, livre de manchas escuras e doenças, excelente qualidade de consumo, aparência excelente.

7 – Bom: fruto completamente túrgido, superfície lisa e brilhante, sem murchamento, mais amarelo que verde, ausência de manchas e doenças. Aparência boa.

5 – Regular: fruto túrgido, brilho, leve murchamento, ligeiramente com aparência regular.

3 – Ruim: fruto pouco túrgido, superfície murcha e enrugada, pouco brilho, depressões, sintomas ou não de senescência, aparência ruim.

1 – Inaceitável: perda completa da turgidez, frutos envolvidos por fungos, imprestável para o consumo, senescência avançada.

O grau 5 da escala caracteriza o limite de aceitação do fruto pelo consumidor.

Delineamento Estatístico: o experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial (3x2x11) durante o armazenamento a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C e (3x2x13) para as análises realizadas quando os frutos encontravam-se sob condições ambientes (25°). Os fatores estudados foram três estádios de maturação (E2, E3 e E4), presença ou ausência de 1-MCP ((+) 1-MCP, (-) 1-MCP) e 11 e 13 períodos de armazenamento. As avaliações foram realizadas em três repetições de 4 frutos por parcela para as análises físico químicas e com 6 repetições de 20 frutos para avaliação de aparência geral (1-9), evolução da cor da casca (1-7), frutos comercializáveis e incidência de podridão. A perda de massa foi analisada, em parcela subdividida no tempo. Os

fatores foram submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e a análise de regressão polinomial. O coeficiente de determinação mínimo considerado para as curvas foi de 0,65. Para os casos em que a interação entre os fatores estudados não foi significativa, os valores foram representados pelas médias dos tratamentos, com pontos interligados sem o ajuste de curvas

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

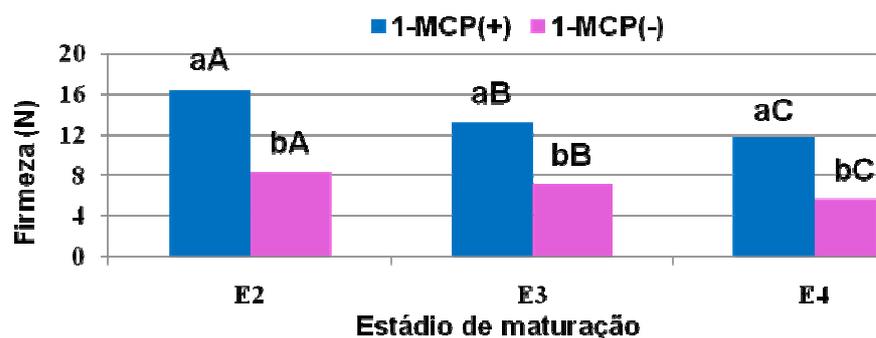
3.1 Firmeza: o emprego de 1- MCP influenciou significativamente na firmeza de mamões 'Golden'. Frutos tratados com 1-MCP apresentaram menor perda de firmeza durante, o armazenamento, diferindo significativamente do controle ((-)1-MCP) nos estádios de maturação avaliados (Figura 4). A perda da firmeza está relacionada com a ação do etileno, que ativa enzimas pectnolíticas, que transformam a pectina insolúvel em solúvel (LELIÉVRE *et al.*, 1997).

O 1-MCP, desde o início (36 horas tratamento com 1MCP), mostrou-se eficiente na retenção da firmeza dos frutos, provavelmente por diminuir a atividade

das enzimas pectinolíticas através do bloqueio da ação do etileno causado pela ligação do 1-MCP aos receptores do etileno ou diminuição da produção de etileno, através de alterações na síntese de enzimas responsáveis pela biossíntese do etileno, impedindo sua ação (NAKATSUCA *et al.*, 1997). Independente da dose de 1-MCP, mamões em estágio de maturação menos avançado mostraram-se mais firmes que os frutos em estágio mais avançado, apresentando valores médios de firmeza de 38, 28 e 21N para os frutos (+)1-MCP e 28, 26 e 16N para frutos (-)1-MCP, respectivamente para os estádios E2, E3 e E4, 36 horas após o tratamento, mantendo esta tendência durante todo o período de armazenamento.

Durante os 16 dias de armazenamento sob refrigeração foi notado maiores valores de firmeza comparada a frutos mantidos em condições ambiente. Observou-se uma maior taxa de declínio da firmeza entre os quatro primeiros dias nos tratamentos avaliados. No entanto, entre o 4º e o 16º dias de avaliação a média dos valores de firmeza foi menos acentuada para cada tratamento.

Durante a manutenção sob refrigeração (11°C) os frutos atingiram a firmeza de consumo (≤ 20 N). Para os frutos do tratamento controle ((-)1-MCP), esta firmeza foi alcançada aos 4 dias nos estádios E2, E3 e E4, já para os frutos (+)1-MCP a firmeza de consumo foi atingida aos 16 dias para o estágio E2 e aos 12 dias para o estágio E3 e E4. Portanto, o tratamento com 1-MCP permite estender o período de armazenamento e a vida útil sob temperatura ambiente de frutos de mamão.



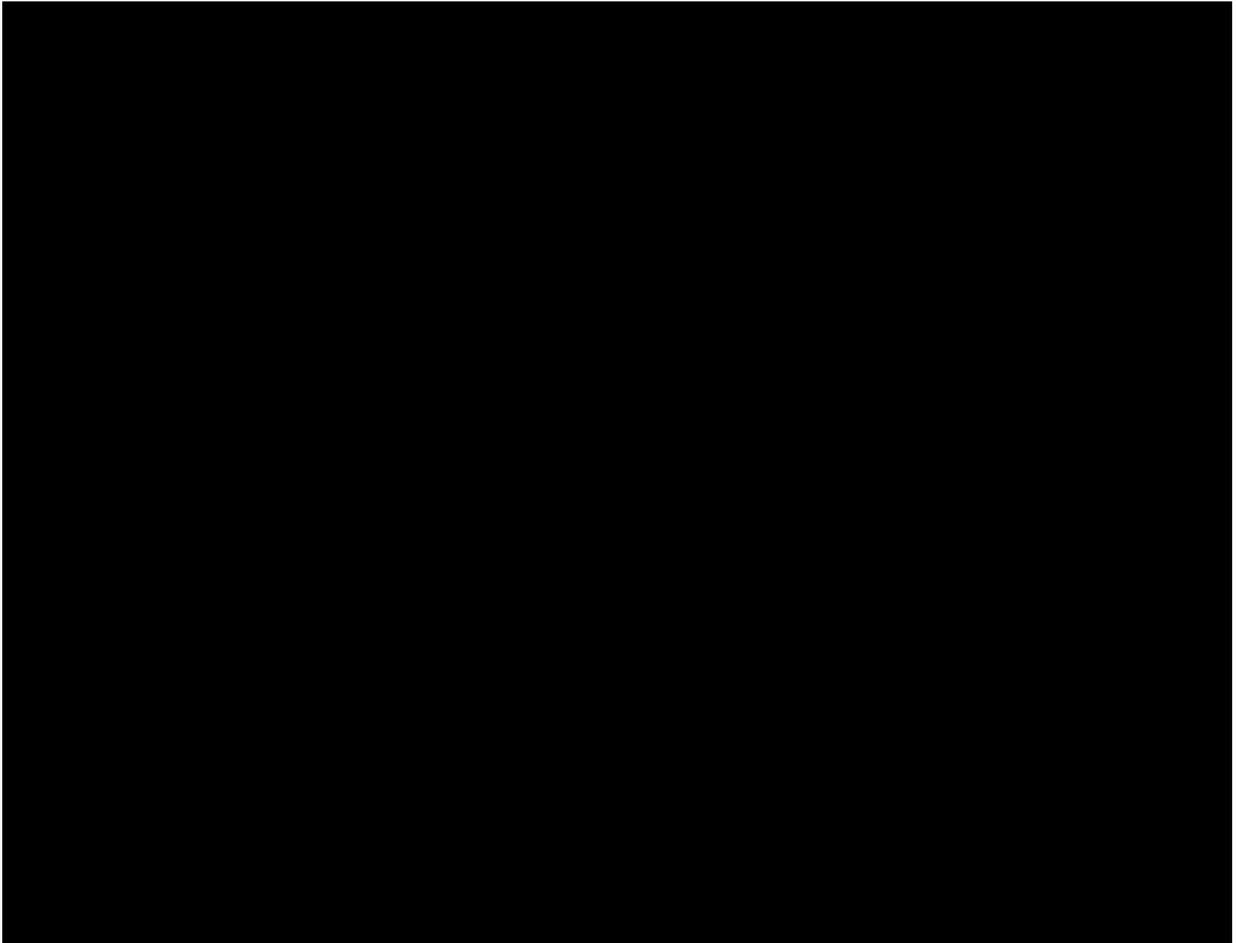


Figura 4. Firmeza (N) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹). Letras minúsculas comparam tratamento com 1-MCP no mesmo estágio de maturação e letras maiúsculas os estádios de maturação dentro do mesmo tratamento com 1-MCP (Areia – PB, 2008).

É importante considerar que, após a retirada dos frutos do ambiente de refrigeração, inicia-se uma etapa de transporte, movimentação e/ou manuseio que alimenta a taxa metabólica e pode favorecer a ocorrência de danos mecânicos, cuja intensidade será maior em tecidos mais macios. Nesse sentido, a aplicação de 1-MCP claramente resulta em maior proteção dos frutos.

O declínio da firmeza foi mais acentuado quando os frutos foram transferidos para condições ambiente (25°C). Apesar dos frutos E2 apresentarem nessa condição valores de firmeza mais elevados durante o armazenamento, estes passaram a perder a firmeza em taxas mais elevadas após a transferência. O mesmo comportamento foi observado para outras variedades de mamão para os

quais, os maiores decréscimos na firmeza dos frutos ocorreram enquanto os frutos ainda estavam predominantemente verdes (BRON, 2006).

A firmeza dos frutos tratados ((+)1-MCP) manteve-se superior aos não tratados ((-)1-MCP) até o 28º dia de armazenamento para E2 e até o 26º dia para o E3 e E4, quando não se observou mais diferença.

O amaciamento é parcialmente regulado pelo etileno, por isso tende a ser mais lento nos frutos tratados com 1-MCP. Entretanto, não é afetado no final do amadurecimento, os frutos tornam-se completamente macios (LURIE, WEKSLER, 2005; WATKINS, 2006).

A retenção da firmeza em resposta ao tratamento com 1-MCP também foi verificada por Jacomino *et al.* (2002); Ergun, Huber (2004), em mamão Sunrise Solo em dois estádios de maturação. Hofman *et al.* (2001) observaram que os frutos cultivar Solo, tratados com 25 µL de 1-MCP e armazenados a 20°C, amadureceram após, aproximadamente, 20 dias. Para Jacomino *et al.* (2007) o 1-MCP foi eficaz no retardamento do amolecimento de mamões Golden. Estudos com diferentes frutos também apontam a retenção da firmeza como a mais importante resposta associada ao 1-MCP, como em abacates (Hershkovitz *et al.*, 2005), tomates (AMODIO *et al.*, 2005), peras (ZERBINI *et al.*, 2005), ameixas e damasco armazenada sob condições ambientes (VALERO *et al.*, 2005) e atraso do amaciamento da polpa de manga 'Tommy Atkins' com aplicação da dose de 1.500 nL.L⁻¹ 1MCP principalmente no início do armazenamento refrigerado (LIMA *et al.*, 2007). Já para Silva (2004), o emprego de 1-MCP não influenciou a perda de firmeza de manga 'Rosa' tratada em diferentes estádios de maturação.

Para reforçar e justificar o atraso promovido pelo 1-MCP em eventos associados ao amadurecimento, Ziosi *et al.* (2005) constataram que esse gás diminui a síntese de poliaminas.

3.2 Perda de Massa: foi observada perda de massa fresca crescente, para todos os tratamentos, durante o armazenamento, com destaque a partir do décimo sexto dia, quando os frutos foram transferidos para condições ambiente (Figura 5).

O 1-MCP não influenciou na redução da perda de massa durante o armazenamento refrigerado para os estádios, sugerindo que a refrigeração foi a responsável pela diminuição do metabolismo do fruto nestas condições. No entanto, a transferência para condições ambientes resultou em perda de massa inferior para os frutos tratados com 1-MCP, com exceção do E4, onde essa diferença é menos evidente,

apesar de ter recebido doses 10 vezes superior aos estádios E2 e E3, provavelmente por se tratar de um estágio de maturação muito avançado onde todos os sítios receptores de ligação do etileno já se encontravam ligados ao mesmo.

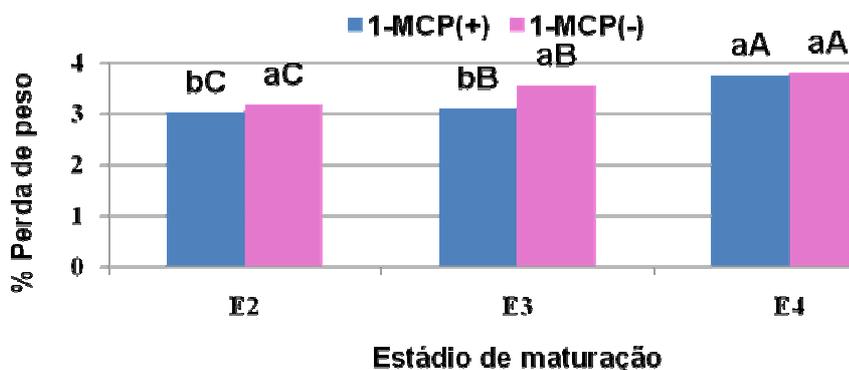
A menor taxa de perda de massa fresca observada durante o armazenamento sob condições refrigeradas foi decorrente provavelmente do menor déficit de pressão de vapor na condição onde a temperatura era mais baixa (10° C), aliado a umidade relativa mais elevada (90%) nestas condições de armazenamento (GRIERSON, WANDOWSKI, 1978), o que diminuiu a a diferença entre a umidade dos tecidos do fruto e umidade do ar circundante dos mamões, com conseqüente declínio da transpiração e perda de massa fresca.

A perda excessiva de água deixa os frutos enrugados e murchos, tornando-os inadequados para o consumo e comercialização (NEVES FILHO, 1985).

Na maioria dos frutos e hortaliças perdas de massa superiores a 10% torna inviável a comercialização (KAYS, 1997). Neste estudo, a maior diferença de perda de massa registrada ao final do armazenamento (dia 25) entre as doses de 1-MCP foi de 8,87 e 10,68%, que corresponde a frutos (+)1-MCP e (-)1-MCP no estágio E3, respectivamente. A maior perda de massa foi registrada para frutos do tratamento controle (-)1-MCP no estágio E4, cuja média foi de 11,57%,o que resultou em sinais visíveis de murchamento em alguns frutos isolados.

O limite máximo de perda de massa que não resultou em comprometimento da aparência dos frutos destinados a comercialização, encontrado neste experimento, foi de 7%, quando os frutos ainda encontravam-se com boa aparência.

Frutos tratados com 1-MCP apresentaram-se dentro da média de aceitação até 23, 22 e 20 dias para os estádios E2, E3 e E4 respectivamente e para os frutos controle, este limite foi alcançada aos 21 dias para E2 e aos 20 dias para E3 e E4.



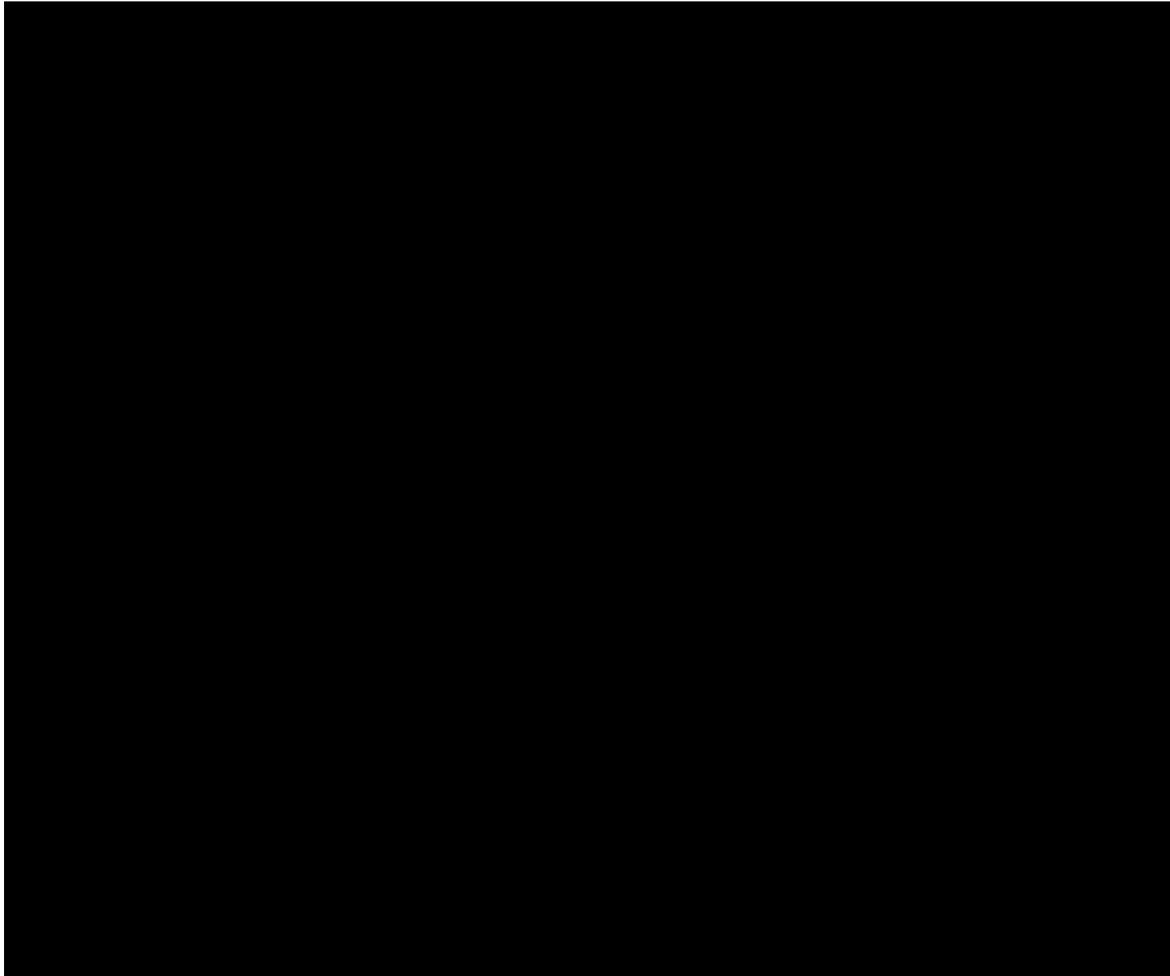


Figura 5. Perda de massa (%) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹). Letras minúsculas comparam tratamento com 1-MCP no mesmo estágio de maturação e letras maiúsculas os estádios de maturação dentro do mesmo tratamento com 1-MCP (Areia – PB, 2008)

A redução da perda de massa pelo tratamento com 1-MCP foi reportado para manga 'Rosa' Espada e Jasmim por Silva *et al.*, (2004), para cultivares de maçã e pêra (MIR ET AL., 2001; BARITELLE ET AL., 2001), cultivares de banana (OLIVEIRA NETO, 2002; HARRIS ET AL., 2000), tangerinas (LAAMIN *et al.* (2005), caquis Fuyu (GIRARDI *et al.*, 2003), ameixas 'Golden Japan', 'Santa Rosa', 'President' e 'Reina Claudia' (VALERO *et al.* (2005)) e dependentes das doses aplicadas e em em manga Tommy Atkins, Lima *et al.* (2006), que verificaram que doses de 600; 1.200 e 2.400 nL.L reduziram a perda de massa em manga acondicionada sob temperatura ambiente.

Os efeitos de 1-MCP em reduzir a perda de massa pode ser decorrente da redução da taxa metabólica dos frutos e, conseqüentemente, da taxa respiratória, resultando em menor taxa de transpiração e produção de calor (SISLER, SEREK, 1997).

3.3 Açúcares Solúveis Totais (AST): ao final das avaliações foi observado que mamões em estágio de maturação mais avançado detiveram as maiores médias nos teores de AST (Figura 6).

Uma grande demanda de energia ocorre no sistema celular para dar continuidade aos intensos processos metabólicos durante a maturação de frutos climatéricos, tais como a hidrólise de carboidratos de cadeia longa e conseqüente aumento nos teores de glicose e sacarose, além de outros componentes do flavor (KAYS, 1997).

Durante o armazenamento refrigerado os teores de açúcares solúveis totais mantiveram-se constantes, independente do tratamento e estágio de maturação avaliados. A temperatura de refrigeração foi a responsável por diminuir o metabolismo do fruto, com conseqüente manutenção dos teores destes açúcares.

Os valores de AST, quando os frutos foram transferidos para as condições ambientes, sofreu um decréscimo ao final do amadurecimento em paralelo ao decréscimo dos teores dos ANR e AR, provavelmente devido a utilização da glicose e da sacarose metabolizados em taxas elevadas para dar suporte ao metabolismo ao final do amadurecimento onde os processos de degradação predominam em relação a síntese (KADER, 1986; KAYS, 1997).

Frutos que receberam doses de 1-MCP apresentaram as menores médias de AST (Figura 6), provavelmente pelo efeito do 1-MCP em reduzir os intensos processos metabólicos que ocorrem durante a maturação de frutos climatéricos, diminuindo a hidrólise de carboidratos de cadeia longa e conseqüente declínio nos teores de glicose e sacarose, que representam em sua maior parte os AST.

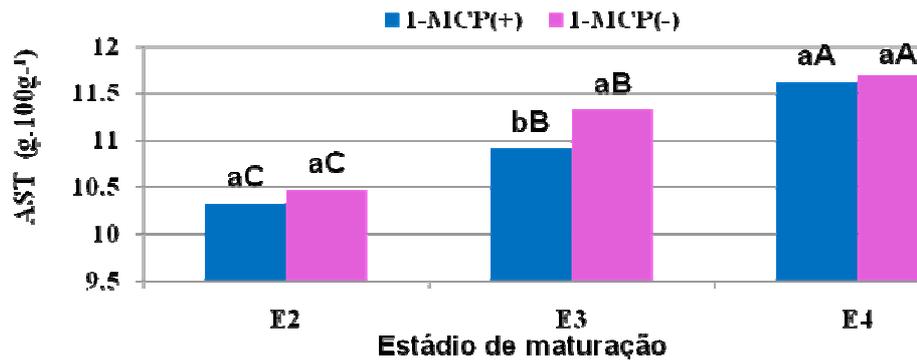


Figura 6. Teor de Açúcares Solúveis Totais (AST) de mamão tratado ((+)1-MCP) e não tratado ((-)1-MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹). Letras minúsculas comparam tratamento com 1-MCP no mesmo estágio de maturação e letras maiúsculas os estádios de maturação dentro do mesmo tratamento com 1-MCP (Areia – PB, 2008)

3.4 Cor da casca: a coloração amarela das cascas de mamão ‘Golden’ evoluiu durante os períodos de avaliação, independente dos estádios avaliados e das doses de 1-MCP empregadas. Frutos tratados com 1-MCP apresentaram uma maior retenção na coloração verde da casca em relação aos frutos controle. A evolução da

coloração da casca de mamão 'Golden' foi mais acelerada quanto mais avançado o estágio de maturação na colheita (Figura 7).

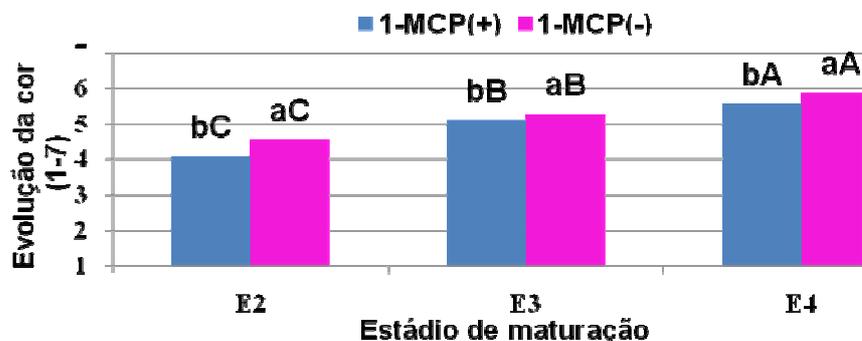
Durante o armazenamento sob refrigeração (11°C), frutos tratados com 1-MCP no estágio E2 não apresentaram evolução na coloração da casca, mantendo a coloração inicial até o 16º dia de armazenamento. Para frutos tratados no estágio E3 e E4 a retenção da coloração verde foi observada apenas até o 12º dia de armazenamento, com posterior evolução da coloração amarela.

Frutos do tratamento controle ((-)1-MCP) durante o período de armazenamento em condições refrigeradas (11°C) reteve a cor verde da casca até o 8º dia de armazenamento para os estádios E2 e E3, e até o 4º dia para o estágio E4 com posterior perda da cor verde e evolução da coloração amarela.

Os resultados obtidos neste estudo demonstram que o uso do 1-MCP aliado à refrigeração foi eficiente no retardo da perda da coloração verde, principalmente no estágio de maturação E2.

Durante o período de simulação da vida de prateleira, quando os frutos foram transferidos para condições ambientes (25°C), foi observado que a coloração da casca dos frutos evoluiu acentuadamente.

Frutos tratados com 1-MCP apresentavam-se com coloração da casca totalmente amarela (nota 7) aos 28, 22 e 22 dias, sob condições ambientes, para os estádios de maturação E2, E3 e E4, respectivamente. Enquanto que os frutos não tratados encontravam-se com essas características já aos 24, 20 e 18 dias sob condições similares de armazenamento, para os estádios E2, E3 e E4, respectivamente.



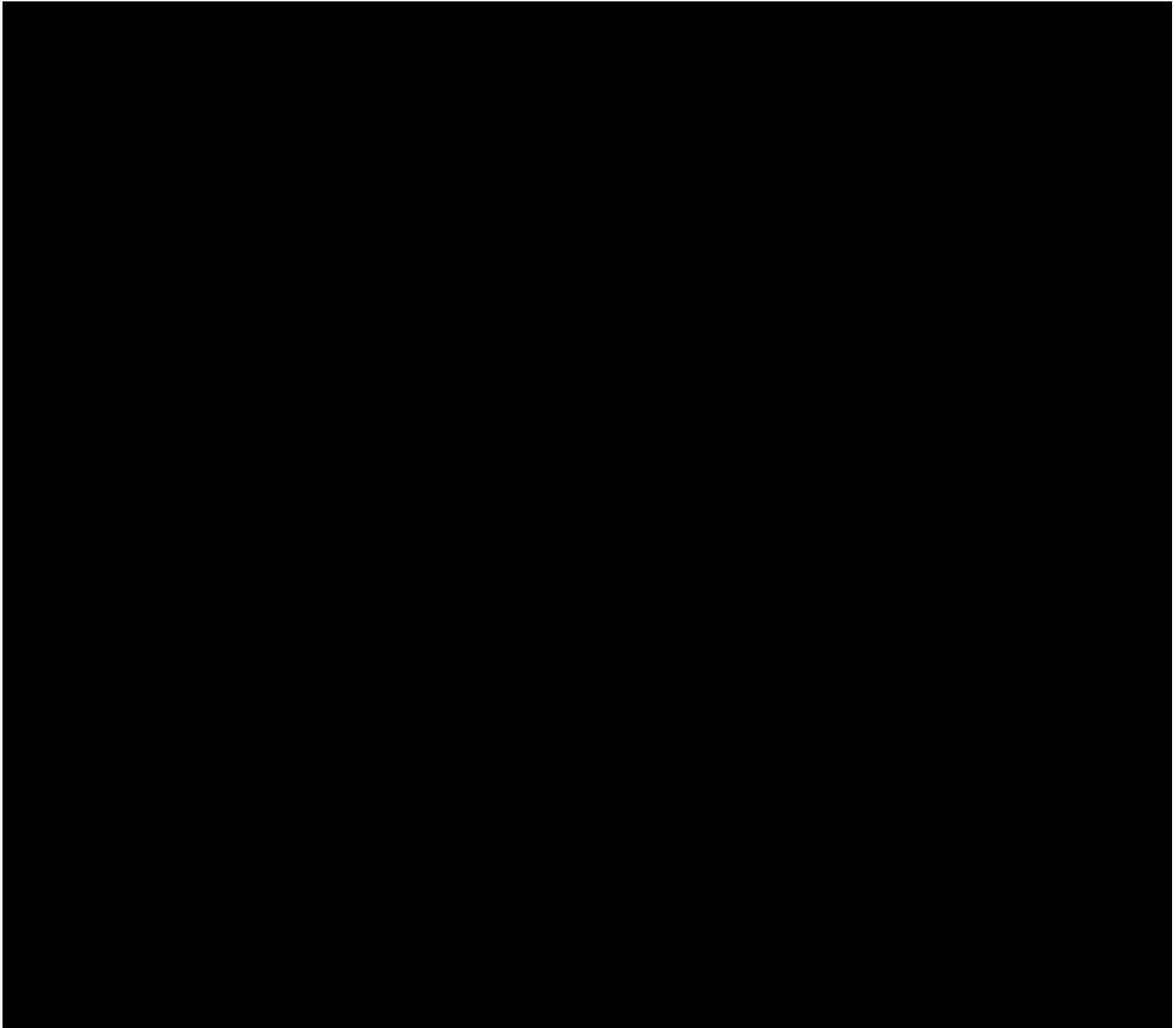


Figura 7. Evolução da Cor (1-7) de mamão tratado ((+)1-MCP) e não tratado ((-)1-MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹).. Letras minúsculas comparam tratamento com 1-MCP no mesmo estágio de maturação e letras maiúsculas os estádios de maturação dentro do mesmo tratamento com 1-MCP (Areia – PB, 2008)

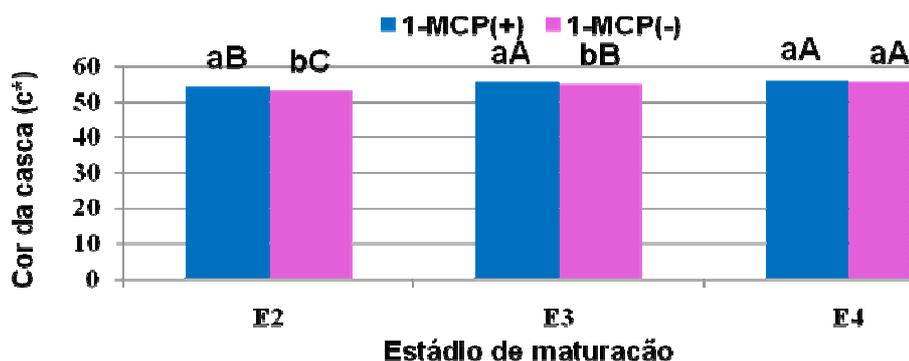
O desverdecimento é decorrente da quebra da estrutura da molécula de clorofila, envolvendo a atividade da enzima clorofilase. A elevação da atividade desta enzima está geralmente associada com a produção de etileno durante o amadurecimento do fruto (TUCKER, 1993). O 1-MCP se liga ao sítio de ligação do etileno na célula evitando a ação do mesmo sobre os processos fisiológicos de amadurecimento regulados por este hormônio (SEREK et al., 1995).

Desta forma, no presente experimento a perda de cor verde, resultante do processo normal de amadurecimento, foi retardada com a aplicação do 1-MCP,

porém não impediu o desenvolvimento da coloração amarela atrativa normal, resultando em prolongamento da vida útil pós-colheita para mamões 'Golden', principalmente nos estádios de maturação menos avançado, onde foi observado uma maior retenção da cor verde.

A retenção do desenvolvimento da coloração da casca em frutos tratados com 1-MCP também foi verificada em abacates (KLUGE *et al.*, 2002; HERSHKOVITZ *et al.*, 2005), em bananas (BOTREL *et al.*, 2002; OLIVEIRA NETO, 2002), em tomates (MORETTI *et al.*, 2002), mamão (BRON, 2006; JACOMINO *et al.*, 2002), manga ALVES *et al.* (2004) e pêras 'Abbé Fétel' (ZERBINI *et al.*, 2005).

3.5 Cor da casca (C*, H*): em relação aos parâmetros C*(Figura 8) e H* (Figura 9) não foi observado diferença estatística entre os tratamentos. Durante o amadurecimento, os frutos de todos os tratamentos apresentaram decréscimo do valor de H*, ou seja, desenvolvimento da coloração amarela e aumento no parâmetro C*, que indica a pureza da coloração amarela. Apenas frutos do estágio E2 apresentou durante o armazenamento maiores valores de C* foi A mudança da cor verde para a amarela no mamão, deve-se a degradação da clorofila e a síntese e revelação de carotenóides (WILLS, WIDJANARKO, 1995).



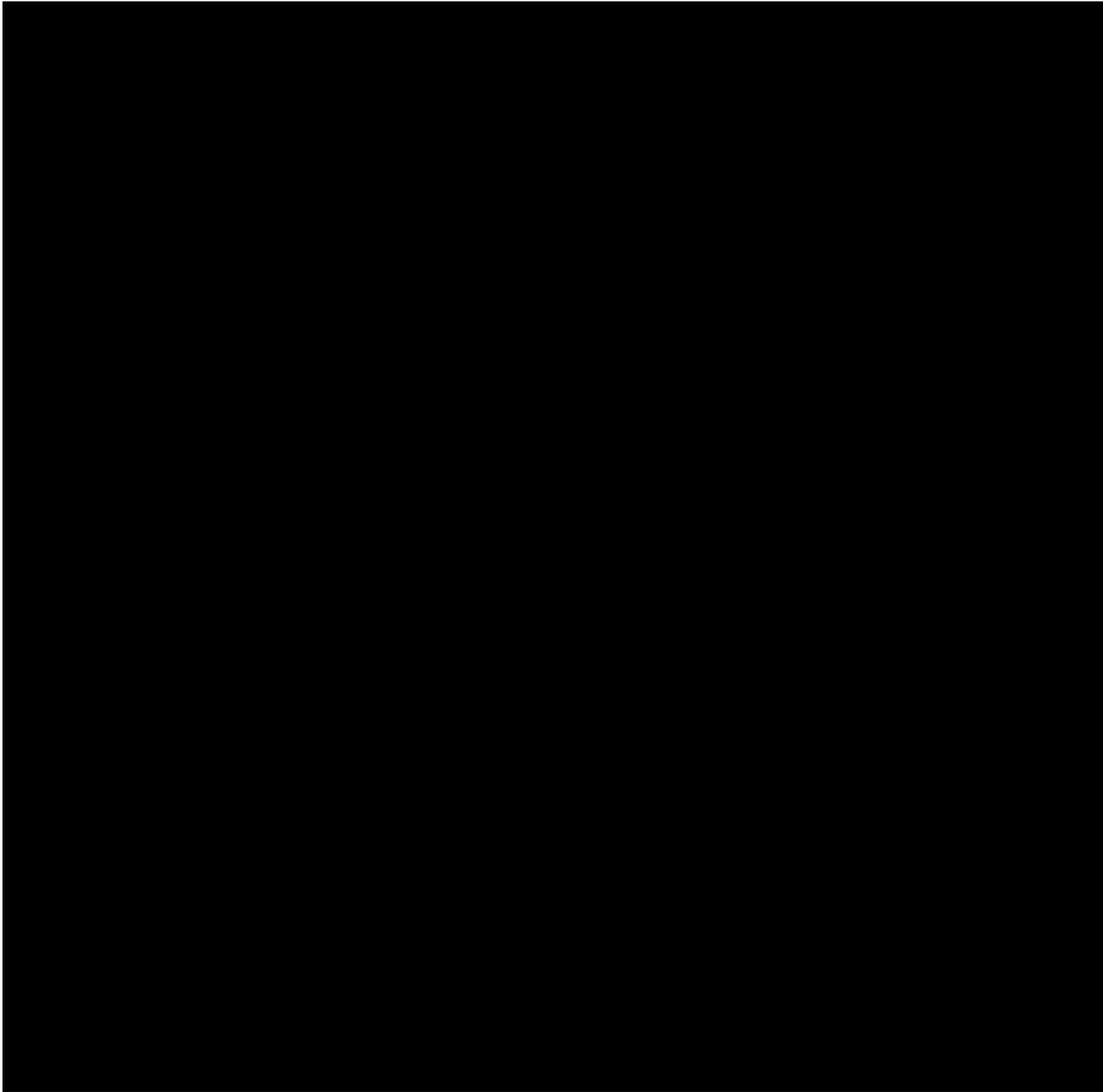
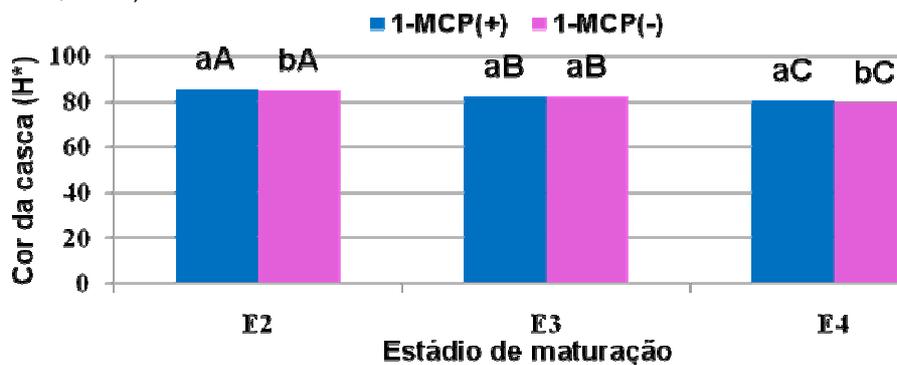


Figura 8. Cor da Casca c^* de mamão tratado ((+)1-MCP) e não tratado ((-)1-MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹). Letras minúsculas comparam tratamento com 1-MCP no mesmo estágio de maturação e letras maiúsculas os estádios de maturação dentro do mesmo tratamento com 1-MCP (Areia – PB, 2008)



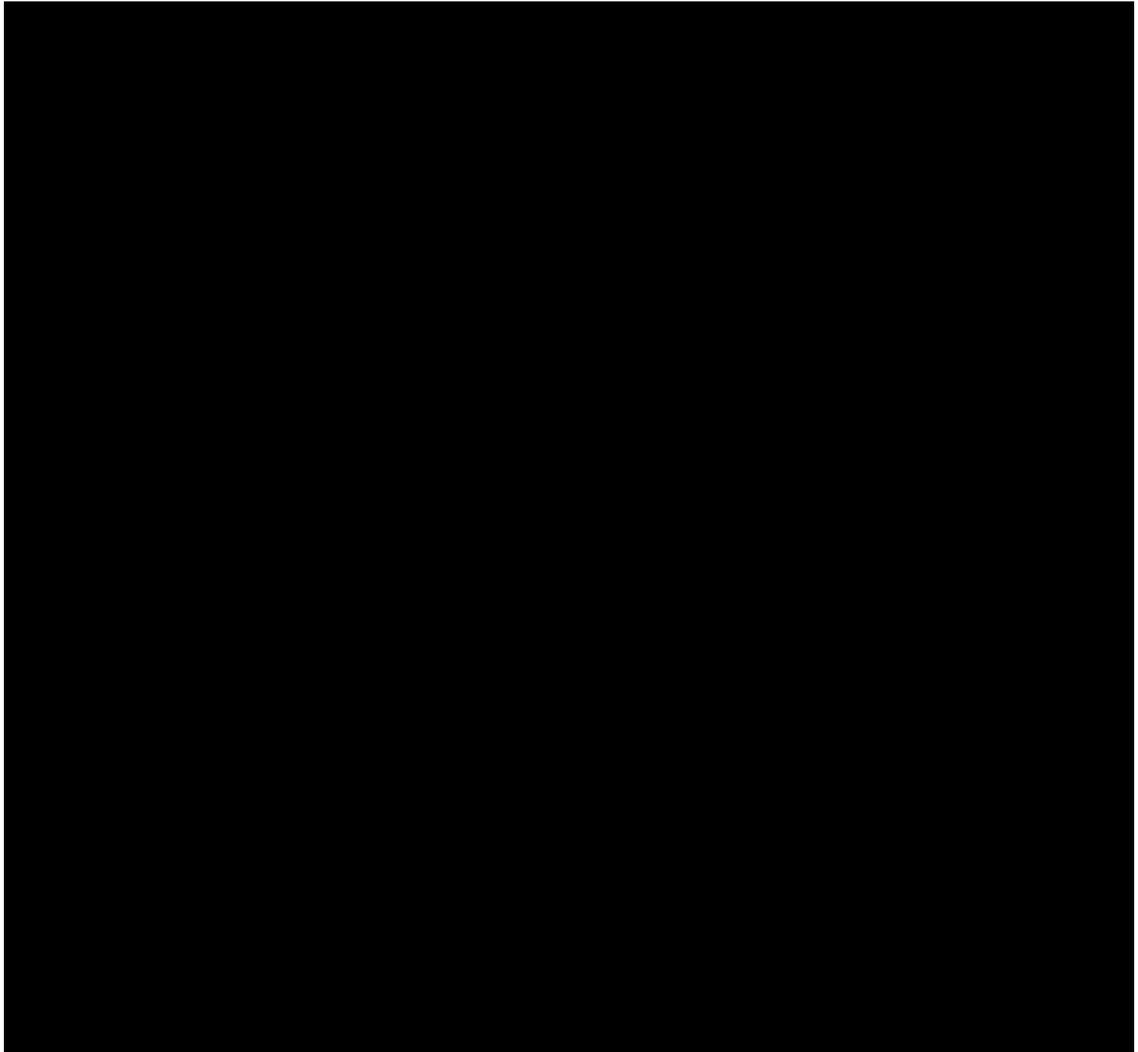


Figura 9. Cor da Casca H^* de mamão tratado ((+)1-MCP) e não tratado ((-)1-MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹). Letras minúsculas comparam tratamento com 1-MCP no mesmo estágio de maturação e letras maiúsculas os estádios de maturação dentro do mesmo tratamento com 1-MCP (Areia – PB, 2008)

3.6 Incidência de Podridão: ao final dos 12 dias de armazenamento sob condições ambientes frutos em estágio de maturação mais avançado apresentaram as maiores % de podridão e sinais iniciais de senescência. Observou-se as menores percentagens de podridão em frutos tratados com 1-MCP (Figuras 10, 11 e 12)

Os mamões ‘Golden’ utilizados neste experimento não apresentaram sinais de senescência nem podridão durante o armazenamento a 10°C, o que sugere que a refrigeração pode ter sido a responsável pela minimização da incidência de

doenças na pós colheita, atuando de forma direta sobre os patógenos ou de modo indireto sobre a fisiologia do fruto, retardando os processos bioquímicos de amadurecimento e senescência, mantendo conseqüentemente a resistência do fruto ao ataque de microorganismos (TERAO *et al.*; 2003).

Após transferência para condições ambientes (25°C) os frutos tratados e não tratados com 1-MCP apresentaram um aumento significativo na taxa de desenvolvimento de podridões, principalmente no estágio E4. Foram considerados para exclusão frutos com lesões a partir de 1 cm de tamanho. Os frutos tratados com 1-MCP tiveram um retardo no aparecimento de podridão assim como os primeiros sinais de senescência, mostrando que o 1-MCP foi eficiente em retardar o amadurecimento dos frutos mantendo a defesa sistêmica do fruto por mais tempo, tornando-os menos susceptíveis ao ataque de microorganismos. Durante o período de armazenamento foi constatado o desenvolvimento de fungos do gênero *Fusarium* sp e *Colletotrichum* sp , em frutos tratados e não tratados com 1-MCP, tornando-se mais severa a infecção nos últimos dias de armazenamento, principalmente para frutos (-)1-MCP (Figuras 11 e 12).

O 1-MCP não é um fungicida nem tem efeito protetor ou erradicante de patógenos; seu benefício no controle de fungos que apodrecem os frutos é indireto, através do retardamento do amadurecimento dos frutos o que justifica a menor incidência de podridão dos frutos tratados com 1-MCP.

A manutenção da resistência do fruto ao ataque de microorganismos pelo tratamento com 1-MCP foi demonstrado também para melão do tipo Orange por Terao *et al.*,(2003), mamão 'Golden' por Jacomino *et al.*, (2002) e goiabas 'Pedro Sato' por Basseto (2002). No entanto, Brackmann *et al.*, (2003) verificaram que o 1MCP não influenciou na variável de incidência de podridão em caqui 'Quioto' , reforçando a afirmação de Blankenship, Dole, (2003) que afirmam que o efeito do 1-MCP, com relação a incidência de doenças na pós colheita , tem sido inconsistente, com resultados específicos para cada espécie.

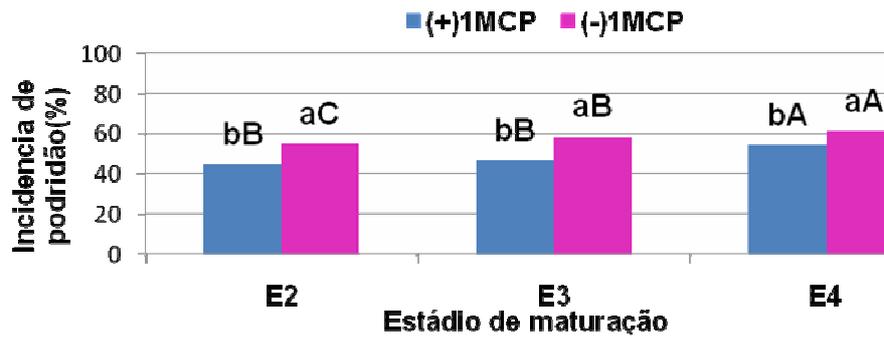


Figura 10. Incidência de podridão (%) em mamão tratado ((+)1-MCP) e não tratado ((-)1-MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 25°C (após transferência da refrigeração a 11°C por 16 dias), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹). Letras minúsculas comparam tratamento com 1-MCP no mesmo estágio de maturação e letras maiúsculas os estádios de maturação dentro do mesmo tratamento com 1-MCP (Areia – PB, 2008)

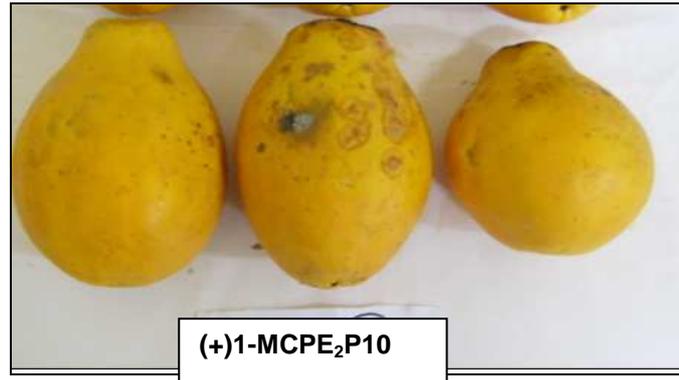


Figura 11: Podridões e lesões em frutos de mamão 'Golden' no estágio de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2) tratados com 1-metilciclopropeno (+)1-MCP após 28 dias (P10) de armazenamento sob condições ambientes.

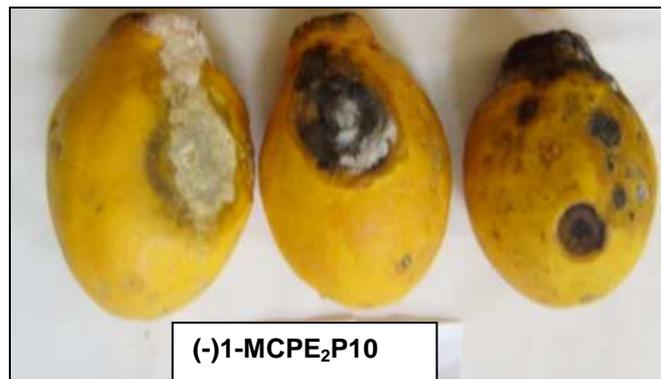


Figura 12: Podridões e lesões em frutos de mamão 'Golden' no estágio de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2) não tratados com 1-metilciclopropeno ((-)1-MCP) após 28 dias (P10) de armazenamento em condições ambientes.

3.7 Número de Frutos Comercializáveis: ao final dos 28 dias de armazenamento em condições ambientes (simulando a comercialização), observou-se que frutos em estágio de maturação mais imaturo, bem como os frutos que foram tratados com 1-MCP apresentaram o maior número de frutos comercializáveis (Figura 13) com características que atendiam exclusivamente as exigências do mercado externo. O principal critério de exclusão dos frutos foi a presença de lesões acima de 1cm de tamanho.

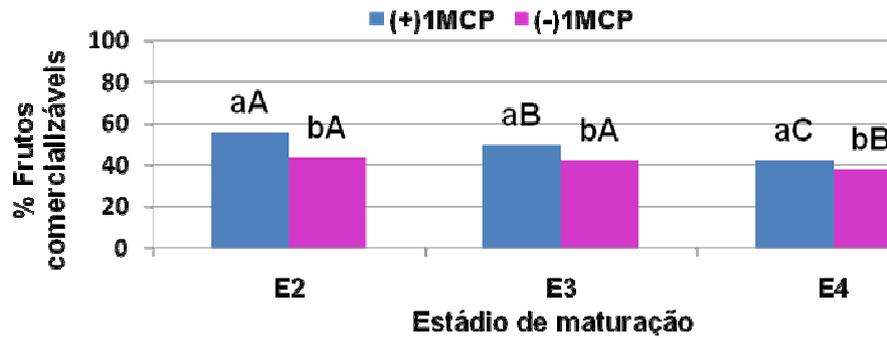


Figura 13. Percentual de frutos comercializáveis de mamão tratado ((+)1-MCP) e não tratado ((-)1-MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 25°C (após transferência da refrigeração a 11°C por 16 dias), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹).. Letras minúsculas comparam tratamento com 1-MCP no mesmo estágio de maturação e letras maiúsculas os estádios de maturação dentro do mesmo tratamento com 1-MCP (Areia – PB, 2008)

A baixa percentagem de frutos comercializáveis se deu provavelmente em decorrência das altas exigências dos parâmetros requeridos pelo mercado externo, que desclassificam frutos com lesões a partir de 1 cm, com aparência externa ruim, baixa firmeza da polpa e com coloração da casca acima de 85% da superfície amarela o que não acontece quando se trata dos padrões de qualidade requeridos para a comercialização no mercado interno.

Aos 16 dias de armazenamento refrigerado observou-se que uma pequena percentagem de frutos já se encontravam fora dos padrões de comercialização para o mercado externo, para frutos do tratamento controle, porém dentro dos parâmetros exigidos para o mercado interno. O número de frutos comercializáveis decresceu acentuadamente durante a simulação de comercialização, sendo que frutos tratados com 1-MCP apresentou as maiores médias nesse parâmetro em relação ao controle, principalmente quando tratado no estágio E2, onde observou-se uma redução das perdas de aproximadamente 30%. Desta forma o uso do 1-MCP foi eficiente na extensão da vida útil pós-colheita de mamão destinado ao mercado de exportação, principalmente para frutos tratados do estágio E2.

Estes resultados estão também de acordo com os daqui também reportados para evolução da coloração e aparência geral dos frutos.

3.8 Aparência Geral (1-9): a aparência dos frutos tratados com 1-MCP, independente dos estádios de maturação avaliados manteve-se com notas mais elevadas durante armazenamento comparado aos frutos do tratamento controle, (-)1-MCP.

Em relação aos estádios de maturação, frutos em estágio de maturação mais imaturos obtiveram as maiores médias de aparência (Figura 14).

Durante o armazenamento sob refrigeração a aparência manteve-se constante e com escore máximo para frutos (+)1-MCP até o último dia nestas condições de armazenamento. Para os frutos (-)1-MCP no estágio E3 e E4, aos 8 dias apresentaram um leve declínio na aparência, indicando que a condições refrigeração a 11°C associada ao uso de 1-MCP, pode ser uma alternativa eficiente para o armazenamento do mamão, sendo efetiva em manter a qualidade dos frutos.

A partir do décimo sexto dia, quando os frutos foram transferidos para condições ambientes a aparência dos frutos de todos os tratamentos diminuiu mais

rapidamente, de modo que os mamões encontravam-se abaixo do limite de aceitação após o 20º dia de armazenamento para os frutos controle (-)1-MCP e após 22 dias para os frutos (+)1-MCP, independente do estágio de maturação. Desta forma, o uso de 1-MCP aumentou em dois dias a vida útil pós- colheita de mamão 'Golden' (Figura 15).

O escore 5 indica a qualidade mínima de aparência comercial do fruto. A perda na qualidade dos frutos foi evidenciada quando os mesmos apresentaram os primeiros sinais de perda de turgidez, murchamento na superfície, pouco brilho, depressões, sintomas de senescência e aparência ruim. Mamões são frutos que possuem atividade metabólica elevada e conseqüentemente, vida pós-colheita curta. A perda da qualidade mínima dos frutos ocorreu principalmente devido à diminuição da firmeza e desenvolvimento de fungos o que progrediu conforme os frutos se aproximavam do amadurecimento completo. No tratamento controle esses fungos desenvolveram-se mais precocemente mostrando que o 1-MCP foi eficiente em retardar os processos de amadurecimento e senescência dos frutos, tornando-os menos susceptíveis ao ataque de microorganismos.

A maioria dos processos que conduzem à perda de qualidade estão relacionadas com a temperatura e umidade relativa do ambiente de armazenamento. A temperatura determina a quantidade de vapor de água necessária para saturar a atmosfera, afetando a fisiologia do produto e/ou desenvolvimento de microorganismos (KAYS, 1997).

A manutenção da aparência por um maior período, através do uso do 1-MCP, também foi reportado por Silva (2004) em mangas 'Rosa' com início de pigmentação amarela tanto a 10°C quanto em condições ambiente, naquele caso independe do uso de atmosfera modificada. O mesmo não foi observado para cultivares de banana por Oliveira Neto (2002), onde a aparência dos frutos tratados com 1-MCP foi prejudicada devido à irregularidade no desenvolvimento da coloração amarela.

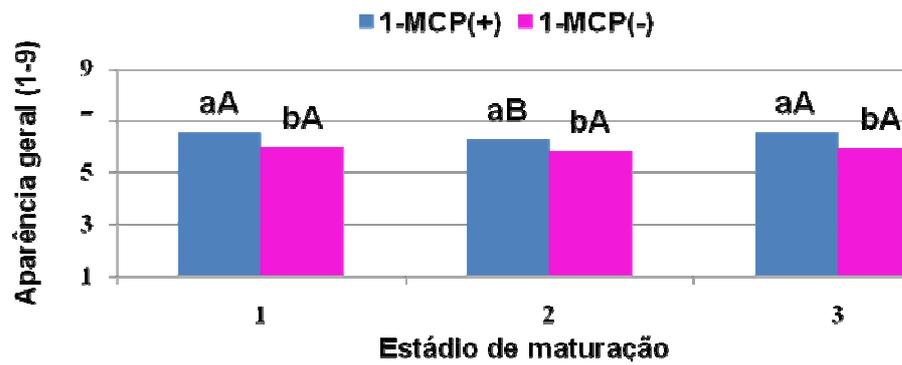


Figura 14. Aparência Geral (1-9) de mamão tratado ((+)1-MCP) e não tratado ((-)1-MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹). Letras minúsculas comparam tratamento com 1-MCP no mesmo estágio de maturação e letras maiúsculas os estádios de maturação dentro do mesmo tratamento com 1-MCP (Areia – PB, 2008)

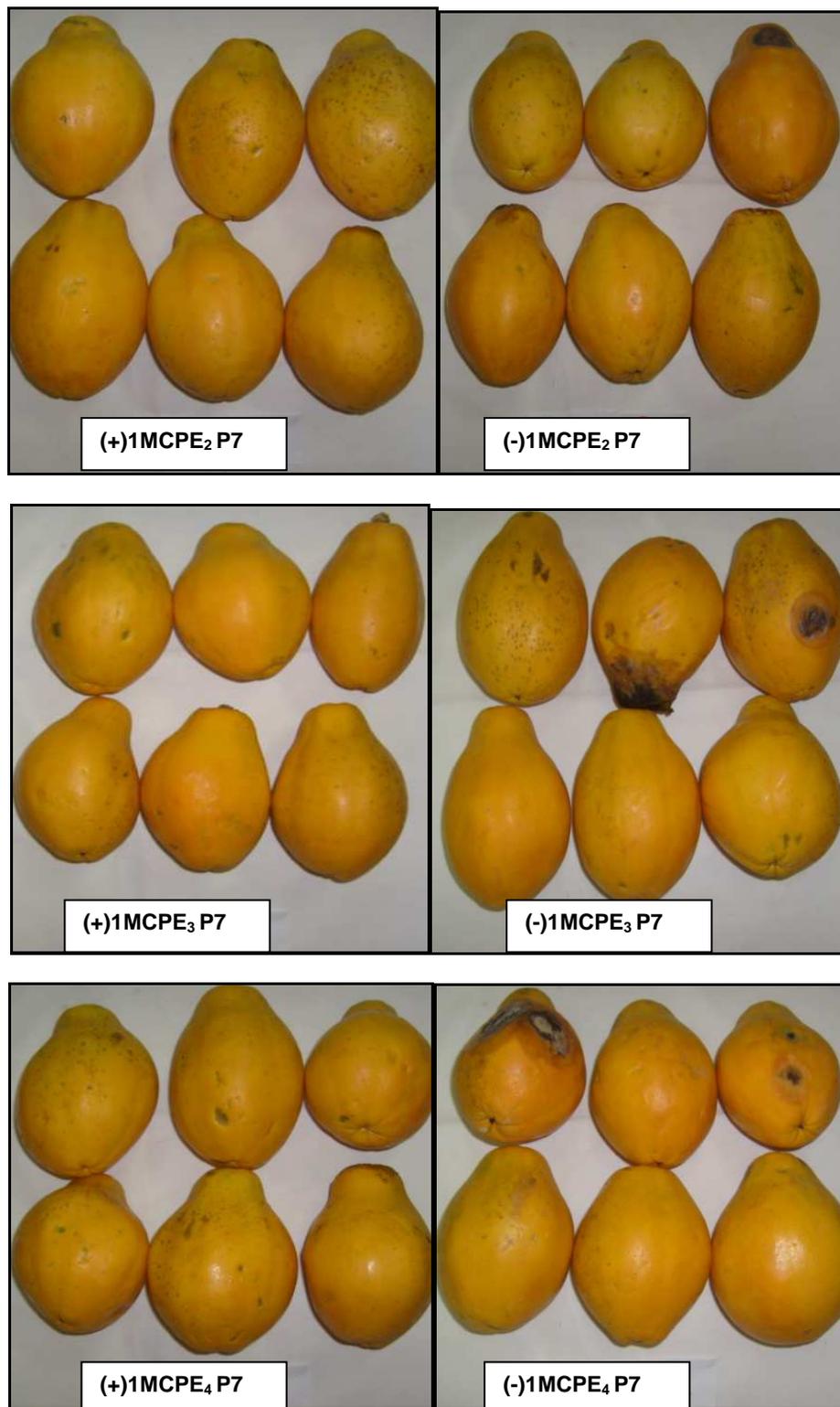


Figura 15. Aparência Geral (1-9) de mamão tratado ((+)1-MCP) e não tratado ((-)1-MCP) com 1-metilciclopropeno (1-MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25°C, aos 22 dias (P7) de armazenamento a 25°C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E1), 25 a 40% amarela (E2) e 40 a 55% amarela (E3). Estádios E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500 nL.L⁻¹).

4. CONCLUSÃO

O emprego de 1-metilciclopropeno foi eficiente em reduzir as perdas, manter a vida útil pós-colheita de mamão 'Golden', sendo mais evidente para frutos do estágio de maturação mais prematuro onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2);

O 1-MCP reduziu as perdas pós-colheita de mamão 'Golden' em 30% e aumentou em dois dias a vida útil pós-colheita do fruto;

O 1-MCP aplicado no estágio E3 na dose de 50 nL. L⁻¹ reduziu em 20% as perdas pós-colheita do fruto e aumentou em 1 dia a vida útil pós-colheita;

Nestes tratamentos o 1-MCP manteve a resistência ao ataque de microorganismos, retardando os sinais de senescência e apresentando maior percentagem de frutos comercializáveis dentro das exigências do mercado externo;

O 1-MCP mesmo quando aplicado em dose 10 vezes superior, no estágio de maturação onde a cor da casca era 40 a 55% amarela (E4), não retardou significativamente o amadurecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; ALMEIDA, A. S.; PEREIRA, M. E. C.; COCOZZA, F. M.; JORGE, J. T. Postharvest ripening of 'Tommy Atkins' mangoes in two maturation stages treated with 1-MCP. **Acta Horticulturae**, Brugg, v.645, p. 627-632, 2004.

AMODIO, M. I.; RINALDI, R.; COLELLI, G. Effects of controlled atmosphere and treatment with 1-methylcyclopropene (1-MCP) on ripening attributes of tomatoes. **Acta Horticulturae**, Brugg, v.1, n. 682, p. 737-742, 2005.

BARITELLE, A.L.; HYDE, G.M.; FELLMAN, J.K.; VARITH, J. Using 1-MCP to inhibit the influence of ripening on impact properties of pear and apple tissue. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.23, p. 153-160, 2001.

BASSETO, E. **Conservação de goiabas 'Pedro Sato' tratadas com 1-metilciclopropeno: concentrações e tempo de exposição**. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba – SP, 2002.

BLANKENSHIP, S. M.; DOLE, J. M. 1-Methylcyclopropene: a review. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 28, n. 1, p. 1-25, 2003.

BOTREL, N.; FREIRE, M. J.; VASCONCELOS, R. M.; BARBOSA, H. T. G. Inibição do amadurecimento de banana 'Prata-Anã' com a aplicação do 1-Metilciclopropeno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 53-56, 2002.

BRACKMANN, A.; FREITAS, S. T.; MELLO, A. M.; STEFFENS, C. A. Aplicação de 1-MCP em caqui 'quioto' armazenado sob refrigeração e atmosfera controlada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, 2003.

BRAPEX- Associação Brasileira dos Exportadores de PapayaExportação.Apresenta informações sobre a exportação do mamão brasileiro Disponível em: www.brapex.net/index_1024.asp. Acesso em :02 fev 2007.

BRON, I. U. **Amadurecimento do mamão "Golden":ponto de colheita,bloqueio da ação do etileno e armazenamento refrigerado**. Tese (Doutorado em Agronomia-fitotecnia)Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ, São Paulo, 67p. 2006.

BRON, I. U.; JACOMINO, A. P. Ripening and quality of Golden papaya fruit harvested at different maturity stages. **Brazilian Journal Plant Physiology**, Londrina, v. 18, n. 3, p. 389-396, 2006.

CALBO, C. Otros sistemas de medida: Hunter, Munssell, etc. *In*: Universidade de Chile, El Color en alimentos. Medidas Instrumentales.**Publicaciones Miscelanes Agrícolas**. Univerdidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales,v.31, p.36-47, 1989.

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

FAO- Food and Agriculture Organization. Papaya production and harvested area. Apresenta informações sobre produção e produtividade de mamão no mundo. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org/>>. Acesso em 19 mar .2007.

ERGUN, M.; HUBER, D. J. Suppression of ethylene perception extends shelf-life and quality of Sunrise Solopapaya fruit at both pre-ripe and ripe stages of development. **European Journal of Horticultural Science**, Hannover, v. 69, n. 5, p. 184-192, 2004.

GIRARDI, C. L.; PARUSSOLO, A.; DANIELLI, R.; CORRENT, A. R.; ROMBALDI, C. V. Conservação do caqui (*Diospyrus kaki*, L.) cv. 'Fuyu', pela aplicação de 1-metilciclopropeno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n.1, p. 54-56, 2003.

GOLDING, J. B.; SHEARER, D.; WYLLIE, S. G. ; McGLASSON, W. B. Application of 1-MCP and propylene to identify ethylene-dependent ripening processes in mature banana fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 14, n. 1, p. 87-98, 1998.

GRIERSON, W.; WARDOWISKI, W. F. Relative humidity effects on the post-harvest life in fruits and vegetables. **HortScience**, Alexandria, v. 13, n. 5, p. 22-26, 1978.

HARRIS, D. R.; SEBERRY, J. A.; WILLS, R. B. H; SPOHR, L. J. Effect of fruit maturity on efficiency of 1-methylcyclopropene to delay the ripening of bananas. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.20 , p. 303-308, 2000.

HERSHKOVITZ, V.; SAGUY, S. I.; PESIS, E. Postharvest application of 1-MCP to improve the quality of various avocado cultivars. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 37, n. 3, p. 252-264, 2005.

HOFMAN, P. J.; JOBIN-DÉCOR, M.; MEILBURG, G. F.; MACNISH, A. J.; JOYCE, D. C. Ripening and quality responses of avocado, custard apple, mango and papaya fruit to 1 methylcyclopropene. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Victoria, v. 41, p. 567-572, 2001.

JACOMINO, A. P., TREVISAN, M. J., ARRUDA, M. C., KLUGE, R. A. Influência do intervalo entre a colheita e a aplicação do 1-metilciclopropeno no controle do amadurecimento de mamão. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 456-459, 2007.

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

KADER, A. A. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 40, n. 5, p. 99-104, 1986.

KAYS, S. J. **Postharvest Physiology of Perishable Plant Products**. Athens, Avi, 532p, 1997.

KLUGE, R.A.; JACOMINO, A.P. Shelf life of peaches treated with 1-methylcyclopropene, **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.59, n.1, p.69-72, 2002.

KLUGE, R. A.; JACOMINO, A. P.; OJEDA, R. M.; BRACKMANN, A. Inibição do amadurecimento do abacate com 1-metilciclopropeno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 7, p. 895-901, 2002.

LAAMIN, M.; AIT-OUBAHOU, A.; BENICHO, M. Some effects of 1-methylcyclopropene on the quality of Clementine mandarin fruit kept at ambient temperature. **Acta Horticulturae**, Brugg, v. 1, n. 682, p. 695-700, 2005.

LELIÉVRE, J. M.; LATCHÉ, A.; JONES, B.; BOUZAYEN, M.; PECH, J. C. Ethylene end fruit ripening. **Physiologia Plantarum**, Compenhagen, v. 101, p. 727-739, 1997

LIMA, M. A. C.; SILVA, A. L.; AZEVEDO, S. S. N.; SANTOS, P. S. Época de aplicação pós-colheita de 1-metilciclopropeno e frigoarmazenamento na vida útil de manga Tommy Atkins. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 445-450, 2007.

LIMA, M. A. C.; SILVA, A. L.; AZEVEDO, S. S. N.; SANTOS, P. S. Tratamentos pós-colheita com 1-metilciclopropeno em mang Tommy Atkins: efeito de doses e número de aplicações. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p.64-68, 2006.

LURIE, S.; WEKSLER, A. Effects of 1-methylcyclopropene on stone fruits. **Acta Horticulturae**, Brugg, v. 1, n. 682, p. 85-90, 2005.

MARTINS, L. P.; RODRIGUES, A. A.; NASCIMENTO, L. C.; SILVA, S. M.; WANDERLEY, P. A. Controle de doenças na pós-colheita de mamão golden utilizando tratamento hidrotérmico e extrato de erva-doce. In: MARTINS, D. S. (Org.). **Papaya Brasil: Mercado e Inovações Tecnológicas para o Mamão**. Vitória-ES: Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, Ed. 1, v. 1, p. 422-433, 2005.

MIR, N. A; CUELL, E.; KHAN, N.; WHITAKER, M. & BEAUDRY, R. M. Harvest maturity, storage temperature, and 1-MCP application frequency alter firmness retention and chlorophyll fluorescence of "Redchief Delicious" apples. **Journal. Of American. Society. for Horticultural.**, v. 5, p. 618-624, 2001.

MORRETI, C. L.; ARAÚJO, A. L. A.; MAROUELLI, W. A.; SIVA, W. L. C. 1-Methylcyclopropene delays tomato fruit ripening. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 659-663, 2002.

NAKATSUKA, A.; SHIOMI, S.; KUBO, Y.; INABA, A. Expression and internal feedback regulation of ACC synthase and ACC oxidase genes in ripening tomato fruit. **Plant Cell Physiology** .v.38,p.1103-1110, 1997.

NEVES FILHO, L. C. Perda de peso na estocagem de frutas e hortaliças. **Alimentos & Tecnologia**, São Paulo, v.1, n. 4, p.28-34, 1985.

OLIVEIRA NETO, O. C. **Maturação e conservação sob atmosfera modificada de bananas 'Prata', 'Pacovan' e 'Nanicão' tratadas pós-colheita com 1-metilciclopropeno (1-MCP)**. (Dissertação de Mestrado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2002.

SÃO PAULO. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 3º ed.,v.1, 1985.

SEREK, M.; SISLER, E.C.; REID, M. S. 1-methylcyclopropene, a novel gaseous inhibitor of ethylene action, improves the life of fruit, cut flowers and potted plants. **Acta Horticulturae**, Brugges, v. 394, p. 337-345, 1995.

SILVA, M. S. **Fisiologia da Maturação e Conservação Pós-Colheita de manga 'Rosa' Tratada com 1-Metilciclopropeno e minimamente Processada**. (Dissertação de Mestrado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2004.

SILVA, S. M.; SANTOS, E. C.; SANTOS, A. F.; SILVEIRA, I. R. S.; MENDONÇA, R. M. N.; ALVES, R. E. Influence of 1-Methylcyclopropene on postharvest conservation of different mango cultivars. **Acta Horticulturae**, Brugges, v. 645, p. 663-670, 2004.

SISLER, E.C.; SEREK, M. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: recent developments. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.100, n.1, p.577-582, 1997

TERAO, D. ; OLIVEIRA, S. M. A. ; VIANA, F. M. P. ; GONDIM, D.M. F. ; ALVES, R. E. ; ROSSETTI, A. G. Efeito de 1-metilciclopropeno (1-MCP) combinado à refrigeração no controle de podridão pós-colheita em frutos de melão. **Proceedings of Interamerican Society for Tropical Horticulture**, Miami, v. 47, p. 53-57, 2003.

TUCKER, G. A. Mango. *In*: SEYMOUR, G. B., TAYLOR, J. E., TUCKER, G. A. **Biochemistry of Fruit Ripening**. London: Chapman & Hall, 454p., 1993.

VALERO, D.; GUILLÉN, F.; VALVERDE, J. M.; MARTÍNEZ-ROMERO, D.; CASTILLO, S.; SERRANO, M. 1-MCP use on *Prunus* spp. to maintain fruit quality and to extend shelf life during storage: a comparative study. **Acta Horticulturae**, Brugges, v. 2, n. 682, p. 933-940, 2005.

VENTURA, J.A.; COSTA, H. Controle de doenças em pós-colheita no mamão: estágio atual e perspectivas. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.28, n.2, p.137-138, 2002.

WATKINS, C. B. The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. **Biotechnology Advances**, Amsterdam, v. 24, n. 4, p. 389-409, 2006.

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

ZERBINI, P. E.; CAMBIAGHI, P.; GRASSI, M.; RIZZOLO, A.; CUBEDDU, R.; PIFFERI, A.; TORRICELLI, A. BISCOTTI, G. Effect of 1-MCP on 'Abbé Fétel' pears sorted at harvest by time-resolved reflectance spectroscopy. **Acta Horticulturae**, Brugg, v. 2, n. 682, p. 965-971, 2005.

ZIOSI, V.; BIONDI, S.; TORRIGIANI, P.; RASORI, A.; BREGOLI, A. M.; COSTA, G. 1-MCP effects in nectarines: dependence o storage temperature, and relationship with polyamines. **Acta Horticulturae**, Brugg, v. 2, n. 682, p.1241-1247, 2005.

ANEXOS

TABELA 1A – Quadrados médios das análises de variância para as características peso fresco, % polpa, diâmetro, comprimento, % casca, %sementes e firmeza de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-) 1MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno (1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádio E2 e E3 (50 nl.L⁻¹) e E4 (500nL.L⁻¹).

| Causa de Variação | Graus de Liberdade | Quadrados Médios | | | | | | |
|-------------------|--------------------|------------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| | | Peso Fresco | % polpa | Diâmetro | Comprimento | % casca | % sementes | Firmeza |
| Tratamento (T) | 1 | 6529.24 [*] | 0.126 ^{ns} | 0.872 [*] | 0.018 ^{ns} | 0.364 ^{ns} | 0.919 ^{ns} | 199.12 ^{**} |
| Estádios (E) | 2 | 51407.32 ^{**} | 26.39 ^{**} | 0.331 [*] | 1.94 ^{**} | 19.35 ^{**} | 0.955 ^{ns} | 427.11 ^{**} |
| T x E | 2 | 5724.78 ^{ns} | 11.11 ^{ns} | 0.094 ⁿ _s | 0.179 ^{ns} | 2.611 ^{ns} | 11.56 ^{**} | 33.16 [*] |
| Resíduo | 23 | 1797.57 | 4.34 | 0.113 | 0.088 | 2.62 | 1.26 | 5.47 |
| CV (%) | | 8.13 | 2.74 | 3.63 | 2.31 | 14.41 | 8.79 | 8.90 |
| Média Geral | | 521.32 | 75.97 | 9.25 | 12.91 | 11.24 | 12.78 | 26.27 |

** , * e ns = F significativo ao nível de 1%, 5% e não significativo, respectivamente.

TABELA 1B – Quadrados médios das análises de variância para as características sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), pH, SS/AT, ácido ascórbico (AA), açúcares redutores, açúcares não redutores e açúcares solúveis totais de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-) 1MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno (1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádio E2 e E3 (50 nl.L⁻¹) e E4 (500nL.L⁻¹). Estádio E2 e E3 (50 nl.Kg⁻¹ L) e E4 (500nL.Kg⁻¹ L).

| Causa de Variação | Graus de Liberdade | Quadrados Médios | | | | | | | |
|-------------------|--------------------|--------------------|------------------------|----------------------|---------------------|-----------------|---------------------|------------------------|----------------------|
| | | SS | AT | pH | SS/AT | Ácido Ascórbico | Açúcares Redutores | Açúcares Não Redutores | Açúcares Sol. Totais |
| Tratamento (T) | 1 | 2.03** | 0.0006 ^{0ns} | 0.149** | 781.66** | 479.818** | 0.129 ^{ns} | 2.90** | 4.25 ^{ns} |
| Estádios (E) | 2 | 5.033** | 0.0001 ^{9ns} | 0.002 ^{6ns} | 68.69 ^{ns} | 1158.40** | 0.741 ^{ns} | 0.43 ^{ns} | 2.30 ^{ns} |
| T x E | 2 | 0.67 ^{9*} | 0.0000 ^{04ns} | 0.012 ^{6ns} | 50.27 ^{ns} | 262.77** | 0.003 ^{ns} | 0.27 ^{ns} | 0.25 ^{ns} |
| Resíduo | 12 | 0.197 | 0.00014 | 0.0052 | 40.41 | 20.21* | 0.43 | 0.27 | 25.33 |
| CV (%) | | 3.71 | 9.10 | 1.25 | 6.92 | 3.79 | 10.04 | 5.13 | 10.26 |
| Média Geral | | 11.95 | 0.131 | 5.72 | 91.77 | 118,56 | 0.96 | 10.26 | 11.22 |

** , * e ns = F significativo ao nível de 1%, 5% e não significativo, respectivamente.

TABELA 1C – Quadrados médios das análises de variância para as características clorofila total, carotenóides totais, cor da casca (L*), cor da casca (a*) e cor da casca (b*) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-)1MCP), após 36 horas do tratamento com 1-metilciclopropeno (1-MCP), nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádio E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500nL.L⁻¹).

| Causa de Variação | Graus de Liberdade | Quadrados Médios | | | | |
|-------------------|--------------------|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| | | Clorofila total | Carotenóides totais | Cor da casca (L*) | Cor da casca (a*) | Cor da casca (b*) |
| Tratamento (T) | 1 | 2.61* | 31.12 ^{ns} | 15.24** | 10.67** | 1.75 ^{ns} |
| Estádios (E) | 2 | 1.99 ^{ns} | 119.49** | 63.55** | 127.78** | 65.72** |
| T x E | 2 | 0.071 ^{ns} | 5.75 ^{ns} | 4.70* | 3.62* | 0.411 ^{ns} |
| Resíduo | 12 | 0.53 | 13.55 | 1.63 | 1.35 | 2.09 |
| CV (%) | | 18.87 | 22.43 | 2.20 | -18.94 | 3.25 |
| Média Geral | | 3.86 | 16.41 | 57.88 | -6.14 | 44.36 |

** , * e ns = F significativo ao nível de 1%, 5% e não significativo, respectivamente.

TABELA 2A – Quadrados médios das análises de variância para as características sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), pH, SS/AT, ácido ascórbico (AA), açúcares redutores e açúcares não redutores de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-) 1MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25 °C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádio E2 e E3 (50 nL.L⁻¹) e E4 (500nL.L⁻¹).

| Causa de Variação | Graus de Liberdade | Quadrados Médios | | | | | | |
|-------------------|--------------------|------------------|------------------------|---------|----------------------|-----------------|---------------------|------------------------|
| | | SS | AT | pH | SS/AT | Ácido ascórbico | Açúcares Redutores | Açúcares Não Redutores |
| Período (P) | 10 | 1.54* | 0.0054* | 1.207** | 3168.23** | 14843.75** | 8.907** | 0.558 ^{ns} |
| Tratamento (T) | 1 | 2.93* | 0.0024* | 0.030** | 115.54 ^{ns} | 2358.60** | 0.256 ^{ns} | 0.943 ^{ns} |
| P x T | 10 | 0.57* | 0.00057** | 0.021** | 274.94** | 670.77* | 0.875* | 0.099 ^{ns} |
| Estádio (E) | 2 | 14.26** | 0.00058** | 0.0072* | 452.10** | 7412.64** | 12.008* | 3.19** |
| P x E | 20 | 0.45* | 0.00032** | 0.017** | 317.43** | 144.60* | 0.364 ^{ns} | 0.092 ^{ns} |
| T x E | 2 | 3.076** | 0.00031* | 0.017** | 322.09** | 59.26* | 0.167 ^{ns} | 0.094 ^{ns} |
| P x T x E | 20 | 0.35* | 0.000086 ^{ns} | 0.0052* | 47.05 ^{ns} | 96.30** | 0.119 ^{ns} | 0.048 ^{ns} |
| Resíduo | 132 | 0.165 | 0.00008 | 0.0027 | 43.53 | 17.28 | 0.48 | 0.398 |
| CV (%) | | 3.56 | 7.17 | 0.954 | 7.21 | 2.84 | 6.76 | 80.06 |
| Média Geral | | 11.42 | 0.127 | 5.50 | 91.49 | 146.01 | 10.26 | 0.78 |

** , * e ns = F significativo ao nível de 1%, 5% e não significativo, respectivamente.

TABELA 2B – Quadrados médios das análises de variância para as características clorofila total, carotenóides totais, cor da casca (L*), cor da casca (a*) e, cor da casca (b*) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-) 1MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25 °C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádio E2 e E3 (50 nl.L⁻¹) e E4 (500nl.L⁻¹).

| Causa de Variação | Graus de Liberdade | Quadrados Médios | | | | |
|-------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | Clorofila total | Carotenóides totais | Cor da casca (L*) | Cor da casca (a*) | Cor da casca (b*) |
| Período (P) | 10 | 14.27** | 10032.73** | 228.32** | 3009.59** | 530.06** |
| Tratamento (T) | 1 | 2.92** | 1164.26** | 3.80 ^{ns} | 87.83** | 37.05** |
| P x T | 10 | 0.26 ^{ns} | 52.96 ^{ns} | 6.65* | 8.22 ^{ns} | 6.08* |
| Estádio (E) | 2 | 9.90** | 2233.56** | 11.46* | 417.99** | 47.16** |
| P x E | 20 | 0.174 ^{ns} | 48.87 ^{ns} | 11.12** | 12.32* | 12.46** |
| T x E | 2 | 0.308 ^{ns} | 31.19 ^{ns} | 12.11* | 4.96 ^{ns} | 3.18 ^{ns} |
| P x T x E | 20 | 0.069 ^{ns} | 17.77 ^{ns} | 8.53** | 4.38 ^{ns} | 2.57 ^{ns} |
| Resíduo | 132 | 0.299 | 63.74 | 2.73 | 7.31 | 2.62 |
| CV (%) | | 20.53 | 22.58 | 2.72 | 31.24 | 3.05 |
| Média Geral | | 2.66 | 5.35 | 60.67 | 8.65 | 52.99 |

** , * e ns = F significativo ao nível de 1%, 5% e não significativo, respectivamente.

TABELA 3A – Quadrados médios das análises de variância para as características firmeza, perda de massa, açúcares solúveis totais, cor casca (c*) e cor casca (H*) de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-) 1MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25 °C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádio E2 e E3 (50 nl.L⁻¹) e E4 (500nL.L⁻¹).

| Causa de Variação | Graus de Liberdade | Quadrados Médios | | | | |
|-------------------|--------------------|------------------|--------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|
| | | Firmeza | Perda de massa | Açúcares solúveis totais | Cor casca (c*) | Cor casca (H*) |
| Período (P) | 10 | 061.04** | 167.22** | 12.36** | 687.87** | 2960.86** |
| Tratamento (T) | 1 | 2303.95** | 5.57** | 2.18 ^{ns} | 25.24** | 25.86** |
| P x T | 10 | 98.34** | 0.77** | 1.37** | 6.27* | 9.90** |
| Estádio (E) | 2 | 231.93** | 17.92** | 26.34 ^{ns} | 83.55** | 486.15** |
| P x E | 20 | 20.95** | 0.76** | 0.28 ^{na} | 14.39** | 26.53** |
| T x E | 2 | 22.40** | 1.75** | 0.50 ^{na} | 3.55 ^{ns} | 4.10 ^{ns} |
| P x T x E | 20 | 5.01** | 0.10 ^{ns} | 0.17 ^{ns} | 4.43* | 7.37* |
| Resíduo | 132 | 1.24 | 0.23 | 0.88 | 2.80 | 3.18 |
| CV (%) | | 10.71 | 14.23 | 8.51 | 3.05 | 2.16 |
| Média Geral | | 10.43 | 3.41 | 11.05 | 54.87 | 82.53 |

** , * e ns = F significativo ao nível de 1%, 5% e não significativo, respectivamente.

TABELA 3B – Quadrados médios das análises de variância para as características evolução da cor, incidência de podridão, % frutos comercializáveis e aparência geral de mamão tratado ((+)1MCP) e não tratado ((-) 1MCP), armazenados a 11°C por 16 dias seguido de transferência para 25 °C, nos estádios de maturação onde a cor da casca era 10 a 25% amarela (E2), 25 a 40% amarela (E3) e 40 a 55% amarela (E4). Estádio E2 e E3 (50 nl.L⁻¹) e E4 (500nL.L⁻¹).

| Causa de Variação | Graus de Liberdade | Quadrados Médios | | | |
|-------------------|--------------------|------------------|------------------------|---------------------------|---------------------|
| | | Evolução da cor | Incidência de podridão | % frutos comercializáveis | Aparência geral |
| Período (P) | 12 | 111.38** | 47669.51** | 46718.68** | 459.49** |
| Tratamento (T) | 1 | 12.37** | 10578.25** | 8041.88** | 30.55** |
| P x T | 12 | 2.07** | 232.42** | 191.53** | 4.35** |
| Estádio (E) | 2 | 61.74** | 2680.28** | 3798.13** | 1.97* |
| P x E | 24 | 3.19** | 101.52 ^{ns} | 133.25* | 1.64** |
| T x E | 2 | 1.15** | 218.32* | 638.83** | 0.28 ^{ns} |
| P x T x E | 24 | 0.39** | 35.16 ^{ns} | 121.99* | 0.349 ^{ns} |
| Resíduo | 390 | 0.10 | 83.68 | 71.98 | 0.69 |
| CV (%) | | 6.23 | 17.03 | 18.79 | 13.45 |
| Média Geral | | 5.10 | 53.68 | 45.14 | 6.18 |

** , * e ns = F significativo ao nível de 1%, 5% e não significativo, respectivamente

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](#)