

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

1- METILCICLOPROPENO (1-MCP) E ATMOSFERA MODIFICADA EM MANGA
‘TOMMY ATKINS’ E QUANTIFICAÇÃO DE ANTIOXIDANTES EM FRUTAS E
HORTALIÇAS

MARINÊS PEREIRA BOMFIM

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP - Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor em
Agronomia (Horticultura)

BOTUCATU - SP
2011

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU**

**1- METILCICLOPROPENO (1-MCP) E ATMOSFERA MODIFICADA EM MANGA
‘TOMMY ATKINS’ E QUANTIFICAÇÃO DE ANTIOXIDANTES EM FRUTAS E
HORTALIÇAS**

MARINÊS PEREIRA BOMFIM

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Giuseppina Pace Pereira Lima
Co-tutor: Prof. Dr. Fábio Vianello
Co-Orientador: Prof. Dr. Abel Rebouças São José

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP - Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor em
Agronomia (Horticultura)

BOTUCATU - SP
2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO
DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA
- LAGEADO - BOTUCATU (SP)

B695u Bomfim, Marinês Pereira, 1970-
1- metilciclopropeno (1-mcp) e atmosfera modificada em
manga 'tommy atkins' e quantificação de antioxidantes em
frutas e hortaliças / Marinês Pereira Bomfim. - Botucatu :
[s.n.], 2011
xiv, 163 f. : gráfs., tabs., fots. color.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2011

Orientador: Giuseppina Pace Pereira Lima

Co-Tutor: Fábio Vianello

Co-orientador: Abel Rebouças São José

Inclui bibliografia

1. *Mangifera indica*. 2. Pós-colheita. Armazenamento. 3.
Capacidade antioxidante. 4. Vegetais. I. Lima, Giuseppina
Pace Pereira. II. Vianello, Fábio. III. São José, Abel
Rebouças. IV. Universidade Estadual Paulista "Júlio de
Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de
Ciências Agrônômicas. V. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: 1 - METILCICLOPROPENO (1-MCP) E ATMOSFERA MODIFICADA EM MANGA ‘TOMMY ATKINS’ E QUANTIFICAÇÃO DE ANTIOXIDANTES EM FRUTAS E HORTALIÇAS

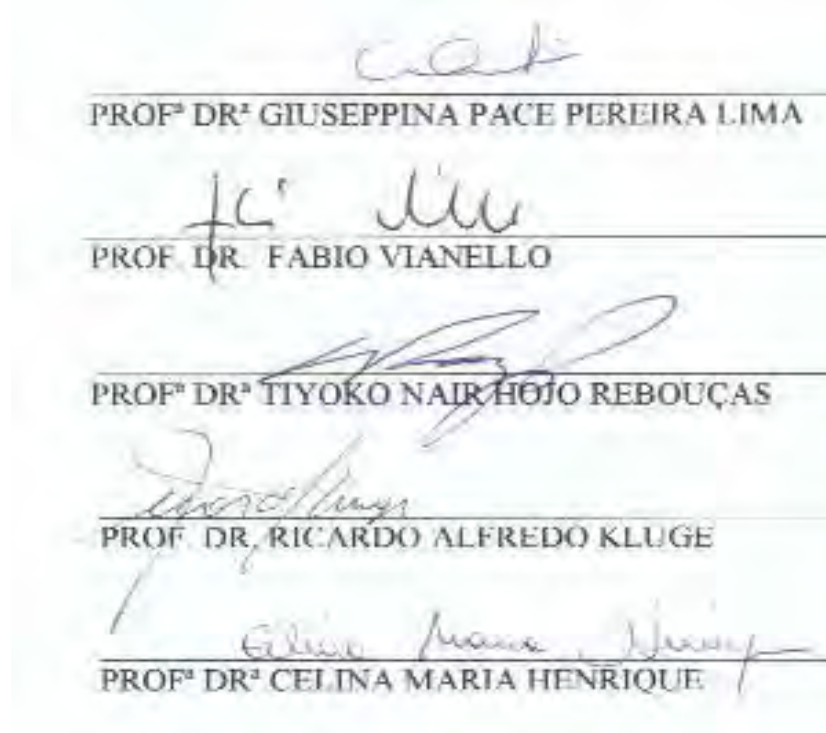
ALUNA: MARINÊS PEREIRA BOMFIM

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Giuseppina Pace Pereira Lima

Co-tutor: Prof. Dr. Fábio Vianello

Co-Orientador: Prof. Dr. Abel Rebouças São José

Aprovada pela Comissão Examinadora



PROF^ª DR^ª GIUSEPPINA PACE PEREIRA LIMA

PROF. DR. FÁBIO VIANELLO

PROF^ª DR^ª TIYOKO NAIR HOJO REBOUÇAS

PROF. DR. RICARDO ALFREDO KLUGE

PROF^ª DR^ª CELINA MARIA HENRIQUE

Data da realização: 05/08/2011.

DEDICO

Aos meus irmãos, pelo carinho e compreensão, e aos meus sobrinhos, que eu sirva de espelho para que possam trilhar os meus caminhos.

À minha querida mãe (in memorium), que não teve tempo de me ver conquistando mais essa vitória, sei que estará sempre comigo.

OFEREÇO

Aos Professores Abel Rebouças São José e Tiyoko Nair Hojo Rebouças, por abrirem as portas do meu futuro, iluminando o meu caminho com a luz mais brilhante que puderam encontrar, o estudo. Além da ajuda e confiança, fazendo com que eu vencesse obstáculos e alcançasse objetivos almejados, a eles, ofereço mais uma vitória.

À orientadora Giuseppina Pace e Fábio Vianello (Co-tutor), que colaboraram enormemente com meu crescimento profissional, com o desenvolvimento do projeto no Brasil e na Itália, pelo espírito de equipe, por todos os ensinamentos transmitidos, por toda a oportunidade e ajuda recebida na realização do estágio na Università Degli Studi di Padova-Italia, pela amizade e compreensão, muito obrigada.

AGRADEÇO

A Deus, por ter me dado dois talentos: a fé e a coragem, com os quais tenho conseguido superar as adversidades da vida. E que sempre me iluminou, mesmo quando não sabia que caminho seguir, ele pegou na minha mão e me guiou para a melhor direção, agradeço por ter colocado em meu caminho pessoas que me auxiliaram na minha caminhada durante os três anos de treinamento, e com as quais fortaleci o aprendizado sobre a prática da bondade humana.

AGRADECIMENTOS

É muito bom passar por uma jornada dessa e ter tanto a agradecer, e querer a tantos homenagear. É muito bom dizer obrigada a tantas pessoas que, neste período de doutorado, em que se é acometido de tantos surtos de tristeza, incapacidade, euforia, incerteza, cansaço, alegrias, conseguiram se manter, simplesmente, presentes ao nosso lado. Por isso, meus sinceros agradecimentos;

Ao bom Deus, pela graça de estar simplesmente viva, pela permissão de realizar um grande sonho e pela presença constante em todos os momentos da minha vida;

À Faculdade de Ciências Agrônômicas - UNESP/SP - Campus de Botucatu pela aprendizagem e oportunidade concedida;

À Univerità Degli Studi di Padova, pela possibilidade da instalação de parte deste projeto em seus laboratórios;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida durante o período de Doutorado e pela possibilidade de realização do Estágio de Doutorando no Exterior (PDEE);

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo auxílio financeiro ao projeto de pesquisa;

À UESB, pela ajuda no transporte dos frutos de manga;

À Fazenda Santa Maria, pela doação dos frutos de manga;

À Empresa AgroFresh Inc. - Rohm and Haas Química Ltda, pela doação do 1-MCP;

À Professora Dr^a. Giuseppina Pace Pereira Lima, pela oportunidade de trabalharmos juntas, pela confiança que sempre depositou em meu trabalho, pelos ensinamentos e fiel amizade, e pelo que aprendi com seus conselhos e estímulos, muito obrigada, Marinoca;

Ao Co-tutor, Professor Dr. Fábio Vianello, pela ajuda e orientação na execução do projeto desenvolvido na Itália, foi uma experiência pra vida toda;

Ao Co-orientador Professor Dr. Abel Rebouças São José, por ser um interlocutor paciente e generoso, disposto a oferecer estímulos e, principalmente, a percorrer

novos caminhos. Pelas conversas e conselhos, desde a época da graduação pela compreensão silenciosa nos momentos difíceis e de dúvidas pelos quais passei, permitindo que meu tempo interno fluísse e, respeitosamente, pela alegria de trabalharmos juntos;

À Coordenação do Curso de Pós-Graduação, representada pelo Professor Dr. Lin Chau Ming;

Aos Professores Dr. Paulo Sambo e Dr. Carlo Nicoletto da Univerità Degli Studi di Padova, Dipartimento di Agronomia Ambientale e Produzioni Vegetali pela atenção e ajuda na execução do experimento na Itália;

Aos Técnicos de laboratório do Departamento de Química e Bioquímica da UNESP, José Arnaldo de Carvalho Barros, Rafael Santos, Camila Bueno Sacomani e Silvia Santagata da Univerità Degli Studi di Padova, Dipartimento di Agronomia Ambientale e Produzioni Vegetali, pela colaboração na execução do experimento;

À amiga Tatiana Machado Marquine, pela amizade, carinho, conselhos e pelos bons momentos que passamos, quando morávamos juntas, obrigada pelo carinho;

À amiga Luciana Manoel, pelas conversas agradáveis pelo incentivo e colaboração na execução deste trabalho;

Aos Colegas do Curso de Pós-Graduação, em especial: Karol, Daniela, Luiza, Renata, Carol, Caio, Edivar, Manoel, Mariele, Patrícia, Reginaldo, Barbára e Luciana, obrigada pelos momentos que rimos juntos nas festinhas na casa do Pará;

Aos colegas que tive o prazer de conhecer e a oportunidade de trabalharmos juntos durante o curso: Bruno, Luciana Manoel, Érica, Andréa, Suraya e Rosecler;

Aos professores dos Cursos de Pós-Graduação, pelo enriquecimento profissional;

Às colaboradoras da Secretaria da Pós-graduação da FCA, as secretárias, supervisoras e auxiliares administrativos, Jaqueline, Marlene, Jaqueline e Marilena, pela atenção e pronto atendimento;

Aos amigos e todos que, de alguma forma, colaboraram durante o curso e no desenvolvimento deste trabalho.

Meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURA

RESUMO	15
SUMMARY	17
SOMMARIO.....	19
1 INTRODUÇÃO	20
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	24
2.1 VARIEDADE ‘TOMMY ATKINS’	24
2.2 DESENVOLVIMENTO E FISIOLOGIA DO AMADURECIMENTO	26
2.2.1 Colheita	26
2.2.2 Maturação.....	27
2.2.3 Amadurecimento	29
2.2.4 Respiração	30
2.2.5 Etileno	31
2.2.6 Firmeza	32
2.2.7 Sólidos solúveis (SS) e carboidratos	33
2.2.8 Acidez titulável (AT) e pH.....	35
2.2.9 Relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT)	36
2.2.10 Vitamina C	37
2.3 Carotenoides.....	38
2.3.1 Compostos fenólicos.....	40
2.3.2 Aminoxidase	41
2.3.3 Peroxidase	43
2.3.4 Pectinametilesterase.....	44
2.4 CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE PÓS-COLHEITA	45
2.4.1 Conservação pós-colheita	45
2.4.2 Baixas temperaturas	47
2.4.2.1 Atmosfera modificada	48
2.4.2.2 Uso de filmes plásticos.....	49
2.4.2.3 Uso do 1-metilciclopropeno (1-MCP)	51
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	54
3.1 EXPERIMENTO I. ARMAZENAMENTO DE MANGA ‘TOMMY ATKINS’ EM TEMPERATURA AMBIENTE E REFRIGERADA, SUBMETIDAS A DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE 1-MCP.....	54
3.1.1. Frutos	54
3.1.2 Procedimento de aplicação do 1-MCP	56
3.2 EXPERIMENTO II. APLICAÇÃO DE 1- MCP DE MANGA ‘TOMMY ATKINS’ SOB ATMOSFERA MODIFICADA E REFRIGERAÇÃO	57
3.3 EXPERIMENTO III- QUANTIFICAÇÃO DE ANTIOXIDANTES EM FRUTAS E HORTALIÇAS.....	58
3.3.1 Instalação do experimento	58
3.4 AVALIAÇÕES DOS EXPERIMENTOS I E II	59
3.4.1. Perda de massa.....	59

3.4.1.2 Firmeza	59
3.5 Sólidos solúveis (SS).....	59
3.5.1 Acidez titulável (AT).....	60
3.5.2 pH	60
3.5.3 “Ratio”	60
3.5.4 Açúcares solúveis totais.....	60
3.5.5 Açúcares redutores	61
3.5.6 Vitamina C	61
3.5.7 Carotenoides.....	61
3.5.8 Compostos fenólicos.....	62
3.5.9 Flavonoides totais.....	63
3.6 Proteína total	63
3.6.1 Pectinametilesterase (PME)	63
3.6.5 Análise de poliaminas.....	64
3.6.2 Peroxidase	65
3.6.3 Atividade da ascorbato peroxidase	65
3.7 AVALIAÇÕES DO EXPERIMENTO III.....	65
3.7.1 Análises realizada.....	Erro! Indicador não definido.
3.7.1.1 Flavonoides totais	65
3.7.2 Compostos fenólicos.....	66
3.7.3 Determinação da Atividade Antioxidante FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power).....	67
3.7.4 Aminoxidase	67
3.7.5 Carotenoides.....	68
3.7.6 Vitamina C	68
3.8 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	69
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	70
4.1 EXPERIMENTO I. ARMAZENAMENTO DE MANGA ‘TOMMY ATKINS’ EM TEMPERATURA AMBIENTE E REFRIGERADA, SUBMETIDAS A DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE 1-MCP.....	70
4.1.1 Perda de massa	70
4.1.2 Firmeza	71
4.1.3 Sólidos Solúveis	73
4.1.4 Acidez Titulável e Potencial hidrogeniônico	74
4.1.5 pH	75
4.1.6 Relação sólidos solúveis e acidez titulável (<i>Ratio</i>)	76
4.1.7 Vitamina C	78
4.1.8 Açúcares solúveis totais (AST), açúcares redutores (AR).....	80
4.1.9 Compostos fenólicos.....	82
4.1.10 Flavonoides totais.....	84
4.1.11 Carotenoides.....	85
4.1.12 Poliaminas	87
4.1.13 Peroxidase	90
4.2 EXPERIMENTO II. APLICAÇÃO DE 1- MCP DE MANGA ‘TOMMY ATKINS’ SOB ATMOSFERA MODIFICADA E REFRIGERAÇÃO	92
4.2.1 Perda de massa	92

4.2.2 Firmeza	93
4.2.3 Sólidos solúveis (SS)	95
4.2.4 Ácidez Titulável e Potencial hidrogeniônico.....	97
4.2.5 Relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT)	98
4.2.6 Açúcares solúveis totais e açúcares redutores.....	101
4.2.7 Vitamina C	103
4.2.8 Ácido Ascórbico.....	104
4.2.9 Carotenoides totais	106
4.2.10. Compostos fenólicos.....	108
4.2.10.1 Flavonoides totais	109
4.2.11 Proteína	111
4.2.12 Pectinametilesterase.....	112
4.2.13 Poliaminas	114
4.2.14 Peroxidase	117
4.2.15 Ascorbato Peroxidase	119
4.3 EXPERIMENTO III - QUANTIFICAÇÃO DE ANTIOXIDANTES EM FRUTAS E HORTALIÇAS	121
4.3.1 Flavonoides totais.....	121
4.3.2 Compostos fenólicos.....	123
4.3.3 Determinação da Atividade Antioxidante	125
4.3.4 Amino oxidase	126
4.3.5 Carotenoides totais	128
4.3.6 Vitamina C	130
5. CONCLUSÕES.....	132
6. REFERÊNCIAS.....	133

LISTA DE FIGURA

Figura 1 - Colheita dos frutos de mangueira.	55
Figura 2 - Estádio 2 de maturação de frutos de manga ‘Tommy Atkins’ utilizada no experimento.	56
Figura 3 - Perda de massa (%) em manga ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes concentrações de 1-MCP, armazenamento a 25°C e umidade relativa de 75 ± 5% (A), armazenamento a 10°C e umidade relativa de 70 ± 5% (B) por 28 dias. Botucatu - SP, 2010.	70
Figura 4 - Firmeza em (N) em manga ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes concentrações de 1-MCP, armazenamento a 25°C e umidade relativa de 75 ± 5% (A), armazenamento a 10°C e umidade relativa de 70 ± 5% (B) por 28 dias. Botucatu - SP, 2010.	72
Figura 5 - Sólidos Solúveis Totais (°Brix) em manga ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes concentrações de 1-MCP, armazenamento a 25°C e umidade relativa de 75 ± 5% (A), armazenamento a 10°C e umidade relativa de 70 ± 5% (B) por 28 dias. Botucatu - SP, 2010.	74
Figura 6 - Acidez titulável (% de ácido cítrico) em manga ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes concentrações de 1-MCP, armazenamento a 25°C e umidade relativa de 75 ± 5% (A), armazenamento a 10°C e umidade relativa de 70 ± 5% (B) por 28 dias. Botucatu - SP, 2010.	75
Figura 7 - Potencial Hidrogeniônico (pH) em manga ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes concentrações de 1-MCP, armazenamento a 25°C e umidade relativa de 75 ± 5% (A), armazenamento a 10°C e umidade relativa de 70 ± 5% (B) por 28 dias. Botucatu - SP, 2010.	76
Figura 8 - Relação entre Sólidos Solúveis e Acidez Titulável em manga ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes concentrações de 1-MCP, armazenamento a 25°C e umidade relativa de 75 ± 5% (A), armazenamento a 10°C e umidade relativa de 70 ± 5% (B) por 28 dias. Botucatu - SP, 2010.	77
Figura 9 - Vitamina C (mg de ácido ascórbico.100g ⁻¹ de peso fresco) em manga ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes concentrações de 1-MCP, armazenamento a 25°C e umidade relativa de 75 ± 5% (A), armazenamento a 10°C e umidade relativa de 70 ± 5% (B) por 28 dias. Botucatu - SP, 2010.	79
Figura 10 - Açúcares solúveis totais (AST) em manga ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes concentrações de 1-MCP (A), armazenamento a 25°C e umidade relativa de 75 ± 5% (B), armazenamento a 10°C e umidade relativa de 70 ± 5% por 28 dias. Botucatu - SP, 2010.	80
Figura 11 - Açúcares redutores (AR) em manga ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes concentrações de 1-MCP, armazenamento a 25°C e umidade relativa de 75 ± 5% (A), armazenamento a 10°C e umidade relativa de 70 ± 5% (B) por 28 dias. Botucatu - SP, 2010.	81
Figura 12 - Teor de compostos fenólicos em (mg de ácido gálico 100g ⁻¹ em peso fresco) em manga ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes concentrações de 1-MCP, armazenamento a 25°C e umidade relativa de 75 ± 5% (A),	

armazenamento a 10°C e umidade relativa de 70 ± 5% (B) por 28 dias. Botucatu - SP, 2010.	83
Figura 13 - Teor de flavonoides totais (mg de rutina 100g ⁻¹ em peso fresco) em manga ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes concentrações de 1-MCP, armazenamento a 25°C e umidade relativa de 75 ± 5% (A), armazenamento a 10°C e umidade relativa de 70 ± 5% (B) por 28 dias. Botucatu - SP, 2010.	84
Figura 14 - Carotenoides totais (µg-100g ⁻¹) em manga ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes concentrações de 1-MCP, armazenamento a 25°C e umidade relativa de 75 ± 5% (A), armazenamento a 10°C e umidade relativa de 70 ± 5% (B) por 28 dias. Botucatu - SP, 2010.	86
Figura 15 - Conteúdo de putrescina, espermidina e espermina (µg.g ⁻¹ de peso fresco) em manga ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes concentrações de 1-MCP (A, C e E), armazenamento a 25°C e umidade relativa de 75 ± 5% (B, D e F), armazenamento a 10°C e umidade relativa de 70 ± 5% por 28 dias. Botucatu - SP, 2010.	89
Figura 16 - Atividade da peroxidase (U/mL/min) em manga ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes concentrações de 1-MCP, armazenamento a 25°C e umidade relativa de 75 ± 5% (A), armazenamento a 10°C e umidade relativa de 70 ± 5% (B) por 28 dias. Botucatu - SP, 2010.	91
Figura 17 - Perda de massa (%) em manga ‘Tommy Atkins’ sob atmosfera modificada e refrigeração a 10°C e 70 ± 5% UR, por 35 dias. Botucatu - SP, 2010.	92
Figura 18 - Firmeza em (N) em manga ‘Tommy Atkins’ sob atmosfera modificada e refrigeração a 10°C e 70 ± 5% UR, por 35 dias. Botucatu - SP, 2010.	94
Figura 19 - Sólidos Solúveis (°Brix) em manga ‘Tommy Atkins’ sob atmosfera modificada e refrigeração a 10°C e 70 ± 5% UR, por 35 dias. Botucatu - SP, 2010.	96
Figura 20 - Acidez titulável (% de ácido cítrico) (A) e pH (B) em manga ‘Tommy Atkins’ sob atmosfera modificada e refrigeração a 10°C e 70 ± 5% UR, por 35 dias. Botucatu - SP, 2010.	98
Figura 21 - Relação SS/AT em manga ‘Tommy Atkins’ sob atmosfera modificada e refrigeração a 10°C e 70 ± 5% UR, por 35 dias. Botucatu - SP, 2010.	99
Figura 22 - Açúcar solúvel total (A) e Açúcar redutor (B) em frutos de manga ‘Tommy Atkins’ sob atmosfera modificada e refrigeração a 10°C e 70 ± 5% UR, por 35 dias. Botucatu - SP, 2010.	101
Figura 23 - Vitamina C (mg de ácido ascórbico 100g ⁻¹ peso fresco) em manga ‘Tommy Atkins’ sob atmosfera modificada e refrigeração a 10°C e 70 ± 5% UR, por 35 dias. Botucatu - SP, 2010.	103
Figura 24 - Ácido Ascórbico (mL-100g ⁻¹ em peso fresco) em manga ‘Tommy Atkins’ sob atmosfera modificada e refrigeração a 10°C e 70 ± 5% UR, por 35 dias. Botucatu - SP, 2010.	105
Figura 25 - Carotenoides totais (µg-100g ⁻¹ em peso fresco) em manga ‘Tommy Atkins’ sob atmosfera modificada e refrigeração a 10°C e 70 ± 5% UR, por 35 dias. Botucatu - SP, 2010.	107
Figura 26 - Teor de compostos fenólicos totais (mg de ácido gálico 100g ⁻¹ em peso fresco) em manga ‘Tommy Atkins’ sob atmosfera modificada e refrigeração a 10°C e 70 ± 5% UR, por 35 dias. Botucatu - SP, 2010.	108

Figura 27 - Teor de flavonoides em (mg de rutina 100g ⁻¹ peso fresco) em manga cv ‘Tommy Atkins’ sob atmosfera modificada e refrigeração a 10°C e 70 ± 5% UR, por 35 dias. Botucatu - SP, 2010.....	110
Figura 28 - Proteína em (g100g ⁻¹ em peso fresco) em manga ‘Tommy Atkins’ sob atmosfera modificada e refrigeração a 10°C e 70 ± 5% UR, por 35 dias. Botucatu - SP, 2010.	111
Figura 29 - Atividade da pectinametilesterase (nmol.min.g ⁻¹ . em peso fresco) em manga ‘Tommy Atkins’ sob atmosfera modificada e refrigeração a 10°C e 70 ± 5% UR, por 35 dias. Botucatu - SP, 2010.....	112
Figura 30 - Conteúdo de putrescina (A), espermidina (B) e espermina (C) em (µg.g ⁻¹ em peso fresco) em manga ‘Tommy Atkins’ sob atmosfera modificada e refrigeração a 10°C e 70 ± 5% UR, por 35 dias. Botucatu - SP, 2010.....	115
Figura 31 - Atividade da peroxidase em (U/mg em peso fresco) em manga ‘Tommy Atkins’ sob atmosfera modificada e refrigeração a 10°C e 70 ± 5% UR, por 35 dias. Botucatu - SP, 2010.	118
Figura 32 - Atividade da ascorbato peroxidase em (U.E/min/g. em peso fresco) em manga ‘Tommy Atkins’ sob atmosfera modificada e refrigeração a 10°C e 70 ± 5% UR, por 35 dias. Botucatu - SP, 2010.....	120
Figura 33 - Teor de flavonoides totais em (mg de rutina 100g ⁻¹ em peso fresco) em frutas (A) e Hortaliças (B) (triplicata de extração ± desvio padrão), Padova - IT, 2010.....	122
Figura 34 - Teor de fenóis totais em (mg de ácido gálico 100g ⁻¹ de peso fresco) em frutas (A) e hortaliças (B) (triplicata de extração ± desvio padrão), Padova - IT, 2010.....	124
Figura 35 - Conteúdo de antioxidante em (mg de Fe ²⁺ E peso seco) em frutas (A) e hortaliças (B) (triplicata de extração ± desvio padrão), Padova - IT, 2010.	126
Figura 36 - Aminoxidase em (µM de aminas em peso fresco) em frutas (A) e hortaliças (B) (triplicata de extração ± desvio padrão), Padova - IT, 2010.	127
Figura 37 - Carotenoides totais em (µg-100g ⁻¹ de peso fresco) em frutas (A) e hortaliças (B) (triplicata de extração ± desvio padrão), Padova - IT, 2010.	129
Figura 38 - Vitamina C (mg de ácido ascórbico 100g ⁻¹ em peso fresco) em frutas (A) e hortaliças (B) Padova - IT, 2010.	130

1- METILCICLOPROPENO (1-MCP) E ATMOSFERA MODIFICADA EM MANGA ‘TOMMY ATKINS’ E QUANTIFICAÇÃO DE ANTIOXIDANTES EM FRUTAS E HORTALIÇAS. Botucatu, 2011, 165. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Autor: Marinês Pereira Bomfim

Orientadora: Dr^a. Giuseppina Pace Pereira Lima

Co-tutor: Dr. Fábio Vianello

Co-orientador: Dr. Abel Rebouças São José

RESUMO

Dentre os vários fatores que prejudicam o aumento da exportação de manga estão aqueles relacionados à sua alta perecibilidade, inviabilizando a competitividade do produto brasileiro no exterior. Para satisfazer esse ponto, os importadores exigem que esses frutos cheguem aos seus destinos com a máxima vida útil possível, o que obriga os exportadores, nas remessas por via aérea, a efetuarem ao longo da semana múltiplos embarques de pequenas quantidades para seus clientes. Entre as modernas técnicas aplicadas na pós-colheita de frutos está a aplicação de inibidores de etileno que promovem retardo na maturação, fator importante para o aumento do prazo de comercialização. Dos inibidores de etileno utilizados atualmente, destaca-se o 1-metilciclopropeno (1-MCP), composto gasoso que inibe a percepção de etileno por ligar-se de maneira irreversível à sua proteína receptora. Atualmente, está surgindo um novo conceito de alimento, que além de nutrir, tem a função de promover a boa saúde. Desta forma, nota-se um crescente interesse sobre os alimentos funcionais que podem ser definidos como qualquer substância ou componente de um alimento que proporciona benefícios sobre a saúde, incluindo a prevenção e tratamento de doenças. Dentre esses alimentos estão às frutas e hortaliças, que além de fornecerem componentes importantes para desempenharem funções básicas do organismo como, por exemplo, ácido ascórbico, betacaroteno e ácido fólico, são fontes de compostos bioativos diretamente associados à prevenção de doenças. O presente estudo teve como objetivo avaliar a conservação pós-colheita de manga ‘Tommy Atkins’ tratadas com diferentes concentrações de (1-MCP), armazenadas sob refrigeração e atmosfera modificada (experimentos I e II), e determinar o teor de substâncias com potencial

antioxidante em frutas e hortaliças (experimento III). Os experimentos I e II foram realizados na Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” UNESP, *Campus* de Botucatu, nos Laboratórios do Departamento de Química e Bioquímica (Instituto de Biociências) e Departamento de Produção Vegetal (Faculdade de Ciências Agrônomicas), e o experimento III foi conduzido na Univerità Degli Studi di Padova no Dipartimento di Biochimica e Biofisica e no Dipartimento di Agronomia Ambientale e Produzioni Vegetali *Campus* - Legnaro, Padova - Itália. No experimento I, envolvendo o armazenamento de manga ‘Tommy Atkins’, em temperatura ambiente e refrigerada, os frutos foram colhidos no estágio de maturação (2), conforme padronização de alguns exportadores e submetidos à aplicação pós-colheita de 1-MCP nas concentrações 0, 100, 300 e 600 nL L⁻¹ por 12 horas em câmaras isoladas vedadas a temperatura de 25°C; após abertura da câmara, os frutos foram armazenados nas temperaturas de 25°C com 75±5% de UR e 10°C com 70±5% de UR por 28 dias; as variáveis analisadas foram físicas, físico-químicas, químicas e enzimáticas. No experimento II, envolvendo a aplicação de 1-MCP em manga ‘Tommy Atkins’ sob atmosfera modificada e refrigeração, os frutos foram colhidos no estágio de maturação (2), sendo a seguir submetidos à aplicação de 1-MCP nas concentrações de 0 e 600 nL L⁻¹ por 12 horas em câmaras isoladas, vedadas à temperatura de 25°C. Após abertura das câmaras, os frutos foram embalados com embalagem (Xtend) com e sem vácuo e armazenados à temperatura de 10°C e 70±5% de UR por 35 dias; as variáveis analisadas foram físicas, físico-químicas, químicas e enzimáticas. No experimento III, foram analisadas quinze frutas e quinze hortaliças produzidas na região do Veneto, Padova Itália, sendo determinado o teor de algumas substâncias com potencial antioxidante como: carotenoides, flavonoides totais, compostos fenólicos, atividade antioxidante (FRAP), vitamina C e aminoxidase, em frutos e hortaliças produzidos nos arredores da cidade de Padova - Itália. Nas condições em que os experimentos foram conduzidos, pôde-se concluir que: o uso de 1-MCP isolado ou associado com atmosfera modificada (Xtend) retardou o metabolismo fisiológico do amadurecimento dos frutos, através da redução da perda de massa, da manutenção de maior firmeza da polpa, da retenção de ácidos orgânicos, da conservação da vitamina C, da inibição da síntese dos açúcares solúveis e do aumento da relação SS/AT. A concentração de 600 nL L⁻¹ de 1-MCP foi a mais eficiente em manter a qualidade dos frutos. Os vegetais estudados na Itália apresentaram em sua constituição compostos com ação antioxidante, os quais incluem o ácido ascórbico, carotenoides e polifenóis. As quantidades

destes fitoquímicos variaram em função das variedades dos vegetais em estudo.

Palavras-chave: *Mangifera indica*, pós-colheita, armazenamento, capacidade antioxidante, vegetais.

1-METHYLCYCLOPROPENE (1-MCP) AND MODIFIED ATMOSPHERE IN ‘TOMMY ATKINS’ MANGO AND QUANTIFICATION OF ANTIOXIDANTS IN FRUITS AND VEGETABLES. Botucatu, 2011, 165. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: Marinês Pereira Bomfim

Adviser: Dr^a. Giuseppina Pace Pereira Lima

Co-tutor: Dr. Fábio Vianello

Co-orientador: Dr. Abel Rebouças São José

SUMMARY

Among many factors that affect the increment of brazilian mango exportation, it is considered those ones related to the high perishability, what reduces the competitiveness in the external market. To satisfy this requirement, the importers search for fruits with the highest possible shelf-life period. In order to attend such requirements, the exporters transport their production by airplane with small amount of fruits along the week. Among modern techniques applied to mango post-harvesting, the application of ethylene inhibitors promotes delay in maturation, being an important factor in increasing the comercialization of fruit period. Among ethylene inhibitors currently used, 1-methylcyclopropene (1-MCP), gaseous compound which inhibits the perception of ethylene by connecting an irreversible way to a protein receptor. Nowadays, a new concept of food is taking place around the world; besides nourishing, it has a whole of promoting good health. It means that there is an increasing interest on functional foods what can be defined as any substance or food compound that provides health benefits, including the prevention and diseases treatment. Fruit and vegetables are included among these foods, due they provide important compounds with basic functions for human body, for example, ascorbic acid, beta carotene and folic acid, which are sources of bioactive elements, directly associated with prevention of diseases. The present work had the purposes of evaluating post-harvest preservation of Tommy Atkins mangoes treated with different concentrations of 1-MCP stored under refrigeration and modified atmosphere (Experiments I and II) and determine the content of substances with antioxidant properties in fruit and vegetables (Experiment III). Experiments I and II took place at Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP, *campus* of Botucatu city, Sao Paulo State, Brazil, in the

laboratories of the Department of Chemistry and Biochemistry (Institute of Biosciences) and plant production Department (Faculty of Agronomic Sciences); the experiment III was carried out at Università Degli Studi di Padova in Dipartimento di Biochimica and Biofisica and in Dipartimento di Agronomia e Ambientale Produzioni Vegetali, *campus* Legnaro, Padova - Italy. The Experiment I, involved mangoes fruits storage at room temperature and cooled; fruits were harvested at stage 2 of ripeness (according to standardization of exporters); then they were submitted to post-harvest application of 1-MCP in concentrations of 0, 100, 300 and 600 nL L⁻¹ for 12 hours in isolated and closed chambers at temperature of 25 °C; after opening the chamber, fruits were stored at temperatures of 25° C with 75 ± 5% of UR and 10° C with 70 ± 5% RH for 28 days. The analyzed variables were the following: physical, physico-chemical, chemical and enzymatic compounds. The Experiment II involved the application of 1-MCP on mangoes fruits under modified atmosphere and cooling; fruits were harvested at stage 2 of ripeness, and treated with 1-MCP in concentrations of 0 and 600 nL L⁻¹ for 12 hours, in isolated and closed chambers at temperature of 25°C. After opening the chambers, fruits were packed with packaging (X-tend) with and without vacuum and stored at temperature of 10° C and 70 ± 5% of UR for 35 days; the analyzed variables were the following: physical, physico-chemical, chemical and enzymatic compounds. In experiment III 15 fruit and vegetables produced in the region of Veneto, Padova city, Italy were analysed. The content of certain compounds with antioxidant properties such as, carotenoids, flavonoides totals, phenolic compounds, antioxidant activity (FRAP), vitamin C and aminoxidase. Under the conditions these experiments were carried out, it may be concluded that: the use of 1-MCP isolated or associated with modified atmosphere (Xtend) reduced the physiological metabolism mangoes fruits ripening; reduced the loss of mass and kept flesh fruit firmness; maintained the content of organic acids and vitamin C; inhibited the synthesis of soluble sugars and increased SS/AT. The concentration of 600 nL L⁻¹ of 1-MCP was the most efficient in maintaining the fruit quality. Fruits and vegetables studied in Italy exhibited the presence of antioxidant compounds in their constitution, including ascorbic acid, carotenoids and polyphenols. The quantities of these phytochemicals varied in function of fruit and vegetables studied.

Keywords : *Mangifera indica* , post-harvest storage, antioxidant properties, vegetables.

1-METILCICLOPROPENE (1-MCP) E ATMOSFERA MODIFICATA IN MANGO 'TOMMY ATKINS' E MISURA DI ANTIOSSIDANTI DI FRUTTA E VERDURA.

Botucatu, 2011, 165. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Autore: Marinês Pereira Bomfim

Consigliere: Dr^a. Giuseppina Pace Pereira Lima

Co-tutor: Dr. Fábio Vianello

Co-orientador: Dr. Abel Rebouças São José

RIASSUNTO

Tra i molti fattori che influenzano l'aumento delle esportazioni di mango sono quelli relativi alla sua alta deperibile, invalidando la competitività dei prodotti brasiliani all'estero. Per rispondere a questo punto, gli importatori richiedono che questi frutti raggiungono le loro destinazioni con la massima durata possibile, imponga agli esportatori, nelle spedizioni via aerea, a fare per tutta la settimana spedizioni multiple di piccole quantità per i loro clienti. Tra le tecniche applicate nella moderna post-raccolta di frutta è l'applicazione di inibitori di etilene che promuovono la maturazione in ritardo, un fattore importante per il maggior tempo di mercato. Dagli inibitori di etilene attualmente in uso, vi sono 1-metilciclopropene (1-MCP), composti gassosi che inibisce la percezione di etilene legandosi irreversibilmente al suo recettore proteico. Attualmente, sta emergendo un nuovo concetto di cibo, che oltre a nutrire, ha la funzione di promozione della buona salute. Quindi, c'è un crescente interesse per gli alimenti funzionali, che può essere definita come qualsiasi sostanza o componente di un alimento che offre benefici per la salute, compresa la prevenzione e cura delle malattie, tra questi alimenti sono frutta e verdura, oltre a fornire componenti chiave per eseguire funzioni di base dell'organismo come, ad esempio, l'acido ascorbico, acido folico e carotene, sono fonti di composti bioattivi direttamente connessi con la prevenzione delle malattie. Questo Studio ha lo scopo di valutare la conservazione post-raccolta di mango 'Tommy Atkins' trattate con diverse concentrazioni di 1-MCP, conservato in frigorifero e in atmosfera modificata (esperimenti di I e II) e determinare il contenuto di sostanze con potenziale antiossidante in frutta e verdura (esperimento III). Esperimenti I e II sono state effettuate

all'Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" - UNESP Campus de Botucatu, nos Laboratórios do Departamento de Química e Bioquímica (Instituto de Biociências) e Departamento de Produção Vegetal (Faculdade de Ciências Agronômicas) e l'esperimento III è stato condotto all'Università Degli Studi di Padova nel Dipartimento di Biochimica e Biofisica e nel Dipartimento di Agronomia Ambientale e Produzioni Vegetali Campus – Legnaro, Padova, Itália. Nel primo esperimento, valutando l'immagazzinamento di mango 'Tommy Atkins', i frutti sono state raccolte nella fase di maturità (2), secondo lo standard di alcuni esportatori e i frutti sono stati sottoposti all'applicazione post-raccolta di 1-MCP a concentrazioni di 0, 100, 300 e 200 nL-1 per 12 ore in camere isolate sigillata ad una temperatura di 25°C. Dopo l'apertura della câmera, i frutti sono stati conservati a temperature dei 25°C con 75± 5% UR e 10°C con 70±5% UR per vinte oito giorni. Gli variabili analizzate sono fisici, físico-chimiche, chimiche ed enzimatiche. Nell'esperimento II, i frutti di mango 'Tommy Atkins' raccolti in fase di maturità (2) sono stati sottoposti l'applicazioni di 1-MCP in atmosfera modificata e sull raffreddamento, agli concentrazioni di 0 e 600 nL-1 di 1-MCP per 12 ore in camere isolate sigillato ad una temperatura di 25°C. Dopo l'apertura delle camere, i frutti sono stati condizionati con imballaggi (Xtend) com e senza vuoto e conservati a 10°C e 70±5% UR per 35 giorni e gli variabili analizzate sono fisici, físico-chimiche, chimiche ed enzimatiche. Nell'esperimento III sono stati analizzati quindici frutti e verdure prodotte nella regione del Veneto, Padova- Italia, essere dato il contenuto di alcune sostanze com effetti potenziali antiossidanti quali: carotenoidi, flavonoidi totali, composti fenolici, attività antiossidante (FRAP), vitamina C e aminoxidase. Nelle condizioni degli esperimenti sono stati condotti, abbiamo concluso che: l'utilizzo di 1-MCP da solo o in combinazione con atmosfera modificata (Xtend) há rallentato il metabolismo della maturazione fisiologica dei frutti, riducendo la perdita di massa, il mantenimento di uma maggiore fermezza, la ritenzione di acidi organici, la conservazione di vitamina C, l'inibizione di zuccheri solubili e l'aumento del SS/AT. La concentrazione di 600 nL-1 di 1-MCP era più efficace nel mantenimento della qualità degli frutti. Gli vegetali aveva studiato in Italia nella sua costituzione con composti antiossidati, tra cui l'acido ascórbico, carotenoidi e polifenoli. Gli importi di questi fitochimici variano seconda della varietà di vegetale in fase di studio.

Parole chiave: *Mangifera indica*, post-raccolta, immagazzinamento, antiossidate, vegetate.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil está entre os principais países produtores de manga do mundo; sua produção em 2007 foi, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), de 1.272.184 toneladas (IBGE, 2010). Os embarques para o exterior chegaram a 114,516 toneladas, com uma receita de US\$ 85,861 milhões (Anuário Brasileiro da Fruticultura, 2011). A utilização de técnicas de indução floral e pós-colheita também permitiram explorar melhor o mercado, no momento em que se reduz a oferta dos países concorrentes por causa da entressafra (FILGUEIRAS et al., 2000).

Dentre os vários fatores que prejudicam o aumento da exportação de manga estão aqueles relacionados à sua alta perecibilidade, inviabilizando a competitividade do produto brasileiro no exterior. Para satisfazer esse ponto, os importadores exigem que esses frutos cheguem aos seus destinos com a máxima vida útil possível, o que obriga os exportadores, nas remessas por via aérea, a efetuarem, ao longo da semana múltiplos embarques de pequenas quantidades para seus clientes (MARQUES; NOGUEIRA, 2000), cujo custo é proibitivo. Como alternativa, a utilização do transporte marítimo sob refrigeração é a opção para esse fruto resistir a 14 dias de viagem para os mercados europeus e americanos. No entanto, os atuais tratamentos de pré e pós-colheita não possibilitam o aumento de sua vida útil pós-colheita para mais de cinco dias, aproximadamente, após esse transporte.

Das cultivares exportada pelo Brasil, destacam-se ‘Haden’, ‘Keitt’ e ‘Tommy Atkins’. Esta última ganhou importância comercial desde a década de 80, principalmente, devido a sua maior tolerância à antracnose (DONADIO, 1996). A variedade ‘Tommy Atkins’ responde por aproximadamente 80 % de toda a área plantada com manga, no Brasil. No entanto, Leite et al. (1998) relatam que os aspectos culturais exercem forte influência na escolha de variedades. Os Estados Unidos e a maioria dos países europeus, por exemplo, têm preferência pela ‘Tommy Atkins’ por reunir características de melhor resistência ao manuseio, armazenamento pós-colheita, coloração intensa e bom rendimento físico. A ‘Kent’ e a ‘Haden’ são mais procuradas nos mercados japonês e francês. Nos Estados Unidos, maior mercado mundial da fruta, e no Japão, a situação não é diferente (GUERREIRO et al.,

2001).

A maioria das tecnologias pós-colheita para manga tem sido desenvolvida para controlar doenças, pragas e para proteção contra injúrias durante transporte e embalagem. Métodos de armazenamento, como atmosfera controlada e modificada, têm sido caracterizados por resultados variáveis em função da variedade, com altos custos para implantação e ocorrência de desordens fisiológicas (MILLER et al., 1986; GONZALEZ-AGUILAR et al., 1997), respectivamente. Entre as modernas técnicas aplicadas na pós-colheita de frutos está a aplicação de inibidores de etileno que promovem retardo na maturação, fator importante para o aumento do prazo de comercialização.

Dos inibidores de etileno utilizados atualmente, destaca-se o 1-metilciclopropeno (1-MCP), composto gasoso que inibe a percepção de etileno por ligar-se de maneira irreversível à sua proteína receptora (SISLER et al., 1996), reduzindo severamente as mudanças associadas ao amadurecimento. Este composto tem sido aplicado com sucesso em alguns frutos climatéricos, tais como banana (GOLDING et al., 1998; JIANG et al., 1999), maçã (FAN et al., 1999; FAN; MATTHEIS, 1999), damascos (FAN et al., 2000), melões (ALMEIDA et al., 2001) e tomates (WILLS; KU, 2001; MORETTI et al., 2001), inibindo a perda de firmeza dos frutos, retardando a mudança de cor, reduzindo a taxa respiratória e a produção de etileno e proporcionando, portanto, aumento da vida útil pós-colheita.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a conservação pós-colheita de manga ‘Tommy Atkins’ tratadas com diferentes concentrações de (1-MCP) armazenadas sob refrigeração e atmosfera modificada (experimentos I e II), e determinar o teor de substâncias com potencial antioxidante em frutas e hortaliças (experimento III).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A manga (*Mangifera indica* L.) é uma fruta nativa da Ásia, cultivada há mais de 4.000 anos. No Brasil, foi introduzida por navegantes portugueses no início do século XXVI, em Pernambuco. Em todo o mundo, são mais de 500 variedades de manga, sendo que, no Brasil, são cultivadas cerca de 30 (GOMES, 2010).

A manga é constituída principalmente de água, carboidratos, ácidos orgânicos, sais minerais, proteínas, vitaminas e pigmentos (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição centesimal da manga.

Composição centesimal	Valor por 100 g
Água	81,6g
Calorias	67 a 73kcal
Energia	60 kcal
Umidade	82,11 g
Proteínas	0,44 g
Pectina	0,96 a 3,06g
Lipídios totais	0,61 g
Carboidratos totais	16,50 g
Cálcio	10 a 34mg
Vitamina C (mg)	27,7
Vitamina A	160 a 4.800U.I.
Cinzas	0,34 g
Fibra alimentar total	3,28 g
Sódio	7,0 a 23,1mg
Magnésio	18mg

Fonte: Manica, 2001.

2.1 VARIEDADE ‘TOMMY ATKINS’

A manga é uma fruta de forma alongada, ovoide ou arredondada, de casca, geralmente esverdeada, com manchas pretas, amarelas ou róseas, quando madura (GOMES, 2010).

Sua polpa carnosa e suculenta é fibrosa em algumas variedades, e possui coloração amarela ou amarelo-alaranjada; e semente achatada de tamanho variável (GOMES, 2010). É uma fruta climatérica, altamente perecível, devido às atividades

enzimáticas degradativas, tais como as da poligalacturonase e celulase, entre outras causas, que são ativadas no período de maturação, causando redução no conteúdo de fibras dietéticas e amolecimento da fruta (GIRALDO et al., 2003).

É uma fruta nativa da Ásia, mais precisamente da Índia, do sudoeste do continente asiático e das ilhas circunvizinhas, de grande variação genética, sendo encontradas de 500 a 1000 variedades diferentes, dependendo da literatura consultada. No entanto, as manga mais cultivadas comercialmente alcançam menor número, cerca de 350 variedades (GOMES, 2010).

Basicamente, são cultivares obtidas após cuidadoso processo de seleção e de melhoria da fruta (GOMES, 2010). No Brasil, as variedades mais cultivadas comercialmente são ‘Tommy Atkins’, que responde por cerca de 80% da área cultivada, Haden e Keitt (ALMEIDA; SILVA SOUZA, 2010).

A mangueira é uma planta cujo cultivo aceita qualquer tipo de solo, adaptando-se melhor em regiões de clima quente e chuvoso. É uma árvore de grande longevidade, porte, podendo chegar até 30 metros de altura. Possui copa densa e frondosa com folhas coriáceas, de coloração avermelhada, quando jovem, mas que se tornam verde escura. Suas flores são alvas, róseas ou esverdeadas (GOMES, 2010).

No Brasil, seu cultivo vem aumentando dentro do território nacional brasileiro com destaques para os Estados da Bahia, São Paulo e Pernambuco, que são os maiores produtores (AGRIANUAL, 2008).

A manga é, atualmente, uma das mais importantes frutas tropicais que compõem a dieta alimentar da classe média e alta brasileira com um consumo médio per capita da ordem de 1,2 kg/ano. No entanto, em algumas capitais, como São Paulo, o consumo de manga alcança 2,5 kg/per capita/ano (PINTO, 2002).

As exportações de manga ocorrem em maior expressão nos meses de agosto a dezembro para os Estados Unidos e União Europeia e, em menor volume, no primeiro semestre, para a União Europeia (CAMPOS, 2003).

A produção de manga, no Brasil concentra-se nos estados da Bahia, São Paulo e Pernambuco com produção de 396, 204 e 152 mil toneladas, respectivamente, correspondendo a 39%, 20% e 15% do total produzido no país (AGRIANUAL, 2008).

2.2 DESENVOLVIMENTO E FISIOLOGIA DO AMADURECIMENTO

2.2.1 Colheita

O ponto de colheita da manga está relacionado ao local onde a fruta será comercializada ou industrializada. Quando este local se situa próximo ao local de produção, as frutas são colhidas em estágio mais avançado de maturação, entretanto, quando o local é muito distante, a fruta é colhida no estágio denominado “de vez”, isto é, quando o fruto está um terço maduro (BLEINROTH, 1981).

O critério usado para determinar o ponto de colheita das frutas é a mudança da cor da casca e da polpa, parâmetro também aplicável à manga. Geralmente, colhida quando sua cor começa a mudar ou os primeiros frutos maduros caem, em geral, 90 a 120 dias após o florescimento, dependendo da região (CUNHA et al., 1994).

A colheita é uma etapa importante na manutenção da qualidade, devendo ser adequada a cada tipo de produto, com um mínimo de danos e custos. É usualmente um processo traumático, que conduz à formação de ferimentos no local de destaque ou corte do órgão da planta mãe, e que gera respostas fisiológicas para a cicatrização, com perda de umidade (CHITARRA, 1998).

Em plantações jovens, ou em mangueiras cujas copas ainda não estão muito desenvolvidas e os frutos podem ser alcançados com a mão, a colheita é realizada manualmente com tesoura, tomando-se o máximo de cuidados para evitar danos aos frutos (BLEINROTH, 1981). Para plantas de porte grande, utiliza-se vara de colheita, que é feita de bambu ou madeira flexível, e tem na sua extremidade um aro de ferro cilíndrico de ¼”, no qual é preso em um saco. No lado oposto ao que prende o aro à vara é fixada uma faca para cortar o pedúnculo do fruto (CUNHA, 1994).

Frutas colhidas em estágio apropriado de maturidade têm prolongada vida de estocagem e boa qualidade. Geralmente, as frutas são colhidas logo que se identificam as características internas e externas de maturação, tais como: proporção polpa/casca, de

clorofila, alteração em sólidos solúveis, ácidos, açúcares e modificação de textura (RESENDE, 1995).

Frutos da mangueira são colhidos em estágio apropriado de maturação, baseado essencialmente em seus atributos físicos. A fisiologia do amadurecimento envolve numerosas atividades metabólicas, resultando frutos de qualidade aceitável. Nestas atividades, ocorrem mudanças nos carboidratos, nos ácidos, na coloração e nos sabores característicos das variedades. Todas essas mudanças bioquímicas ocorrem no espaço de tempo de 10 a 14 dias, em condições ambientais, dependendo da cultivar e estágio de maturação do fruto na colheita (SAMPAIO, 1981; GORGATTI NETTO, 1994).

2.2.2 Maturação

Para determinar o grau de maturação da manga, pode ser observada a mudança de cor pela prática do manuseio das frutas, pela época do ano, pela determinação do conteúdo de acidez e pelos açúcares das frutas colhidas; o que é obrigatório em países que exigem um teor mínimo nos frutos comercializados. No Brasil, as manga amadurecem em maior quantidade, de novembro a março, com ocorrência de 3 a 4 florescimentos durante o ano. A época de maturação na Flórida (EUA), da cultivar Palmer, ocorre nos meses de julho a agosto e, eventualmente, setembro (MANICA, 1981).

Outras formas de determinar o grau de maturação estão baseadas na resistência da polpa. Quando as frutas apresentarem cerca de 12 kg/cm^{-2} , deverá ter início a colheita. Pode-se utilizar a densidade (deve estar entre 1,01 e $1,02 \text{ g/cm}^{-3}$); sólidos solúveis (entre 7 e 8 °Brix) e acidez total (% de ácido cítrico anidro) em torno de 0,65 a 0,70 (GORGATTI NETTO et al., 1994).

O grau de maturidade ideal para colheita depende do tempo em que a manga levará para ser consumida ou industrializada. Para utilização imediata, colhem-se frutos completamente maduros; já para transporte ou armazenagem por períodos longos, colhem-se frutas no estágio “de vez”, com o objetivo de chegarem ao mercado em adequado estado de conservação e maturação (SÃO JOSÉ, 1996).

Seymour et al. (1990) armazenaram manga ‘Amélie’, ‘Kent’ e ‘Sensation’, colhidas em diferentes fases de maturação, a 12°C e por períodos superiores a 21 dias, observando que a resposta dependeu da cultivar, do ponto de colheita e de sua idade na colheita. Estes autores verificaram que o amadurecimento foi mais efetivamente retardado nos frutos mais maduros, principalmente nos da ‘Amélie’.

Outra influência do estágio de maturação ocorre sobre os teores de sólidos solúveis. Medlicott et al. (1988), trabalhando com manga ‘Tommy Atkins’ em três estádios de maturação, verificaram limitado desenvolvimento dos sólidos solúveis em frutos imaturos.

Os diferentes estádios da maturação também desempenham um importante papel no desenvolvimento da injúria do frio. Normalmente, para a maioria das espécies, o estágio pré-climatérico apresenta maior sensibilidade, como ocorre em abacate, banana, manga, mamão e maçã. O resfriamento de produtos, durante o pico climatérico, é também problemático, pois é uma fase particularmente sensível, devido às rápidas transformações bioquímicas que ocorrem no tecido (CHITARRA, 1999).

Durante a maturação, os frutos sofrem grandes transformações físicas e químicas que representam um extenso espectro de processos degradativos, simultâneos ou sequenciais, conduzindo ao aprimoramento dos atributos de qualidade, notadamente de pigmentação, da textura e do “flavor” (TUCKER, 1993).

Essa evolução natural da maturação pode ser acelerada através do uso de substâncias como o etileno, acetileno e outros (SAMPAIO, 1981; CONEGLIAN; RODRIGUES, 1994). O etileno é um dos principais fatores endógenos que estimula a atividade respiratória, e como consequência, antecipa o amadurecimento e a senescência dos tecidos. É conhecido como hormônio do amadurecimento por desencadear as reações características do climatérico, marcando a transição entre as fases de desenvolvimento e senescência de frutas e outros órgãos vegetais. O efeito do etileno é de interesse considerável na pós-colheita porque o seu acúmulo pode alterar a taxa respiratória, mesmo em produtos que o sintetizem em pequenas concentrações, promovendo uma grande variedade de respostas fisiológicas (CHITARRA, 1998).

2.2.3 Amadurecimento

O processo de amadurecimento das frutas envolve mudanças físico-químicas complexas, muitas delas ocorrendo independentes umas das outras. As alterações mais expressivas que ocorrem na fruta durante o amadurecimento são as seguintes (YAMASHITA, 1995): maturação da semente; mudanças de cor e textura; destacamento da planta; mudança nas taxas de respiração e produção de etileno; mudanças na permeabilidade do tecido; mudança na composição de carboidratos, de ácidos orgânicos e proteínas; produção de aromas voláteis e desenvolvimento de cera na casca. O amadurecimento está também fortemente associado com a perda da firmeza, sendo que o grau e a uniformidade destas perdas são as considerações prioritárias do ponto de vista da aceitação do produto para o consumo (PAL, 1998). Com relação à composição química da manga, procurou-se associar à densidade da fruta; assim, a relação peso específico/amido tem sido utilizada na Índia para determinar o índice de maturação. A densidade deve estar acima de $1,0\text{g.mL}^{-1}$ para que se possa afirmar que a fruta está no ponto de colheita. Quanto ao amido, este deverá ser de 5% na época de colheita, o que seria um índice seguro de maturidade para alguns cultivares (BLEINROTH, 1988).

O amadurecimento também provoca importantes mudanças nos componentes da parede celular que conferem mudanças drásticas na textura da manga. De modo geral, as mudanças nos constituintes químicos, que ocorrem durante a vida pós-colheita e, que influenciam a qualidade organoléptica dos frutos de manga, são determinadas pela maturidade na colheita, a cultivar e o sistema de manuseio de pós-colheita. O amadurecimento corresponde, basicamente, às mudanças nos fatores sensoriais: sabor, odor, cor e textura, que tornam a fruta aceitável para o consumo (CHITARRA; CHITARRA 2005).

A maturidade fisiológica ocorre quando a fruta, ao ser colhida, evolui naturalmente para a maturação, que a torna adequada ao consumo humano, com suas características de sabor, cor, textura, declínio na acidez e desaparecimento da adstringência, segundo cada tipo de cultivar de fruta (AWAD, 1993). O fruto atinge sua melhor qualidade quando o amadurecimento ocorre na faixa de 19°C a 21°C (MEDLICOTT et al., 1986), porém, o período de conservação, após a maturação, não excede 3 dias (BLEINROTH, 1981).

Outro fato importante que influencia no amaciamento é a perda de

água, o que, por sua vez, durante o armazenamento, pode influenciar a perda da firmeza, pois a água ajuda a manter a estabilidade estrutural e a integridade da membrana (EVANGELISTA, 1999).

2.2.4 Respiração

A respiração é um dos principais fatores determinantes do potencial de longevidade das frutas na fase pós-colheita, estando intimamente ligada à temperatura e à concentração de gases ao redor das mesmas.

O processo fisiológico que tem sido usado para separar os frutos em grupos é a respiração, a qual pode apresentar-se como dois padrões distintos: o climatérico e o não-climatérico. Como os frutos apresentam diferentes comportamentos fisiológicos de respiração, a manga enquadra-se no primeiro padrão, podendo completar a maturação mesmo após a colheita, levando de 2 a 9 dias, dependendo do cultivar e do grau de maturidade no momento da colheita (KADER, 1986).

Segundo Manica (2001), a manga é um fruto climatérico e se caracteriza por um crescimento rápido das células, com elevada atividade respiratória e com grande capacidade de acúmulo de reservas nutricionais na forma de amido. Na prática, isto significa que os frutos completam a maturação comercial após a colheita. No entanto, quando são colhidas na fase de desenvolvimento fisiológico, ou seja, antes da fase pré-climatérica, o fluxo de seiva, proveniente da planta-mãe, é cortado, provocando o seu enrugamento e murchamento, devido às perdas por transpiração e por não serem mais fornecidas pela seiva, permanecendo a polpa esbranquiçada, dura, ácida, sem sabor e sem aroma.

Moraes e Puschmann (1991), estudando a maturação pós-colheita de manga 'Ubá', colhidas da 15^a a 22^a semana após a floração, observaram curvas respiratórias semelhantes, do tipo climatérico, independentemente da época de colheita e da aplicação do etileno na forma de ácido 2-cloroetilfosfônico.

2.2.5 Etileno

O etileno é o hormônio do amadurecimento de frutos. Uma das características mais marcantes de frutos climatéricos é a sua capacidade de exibir produção autocatalítica de etileno (PECH et al., 1994). Em geral, frutos climatéricos possuem altas taxas respiratórias em estádios iniciais de desenvolvimento que rapidamente declinam. Taxas respiratórias de produtos climatéricos também são altas no início do desenvolvimento e declinam até ocorrer um aumento, que coincide com o amadurecimento ou senescência (FONSECA et al., 2002).

Mitcham e McDonald (1992) observaram maior taxa respiratória para a ‘Tommy Atkins’ (em torno de $157,14 \text{ mg CO}_2 \text{ kg.h}^{-1}$) e menor taxa para a ‘Keitt’ (em torno de $137,5 \text{ mg CO}_2 \text{ kg h}^{-1}$), assim que o pico climatérico ocorreu, ambas no estágio firme e armazenadas a 20°C . Díaz-Sobac et al. (1996) encontraram em manga ‘Manila’, armazenadas durante doze dias a 25°C , taxa respiratória variando de 54 a $78 \text{ mg de CO}_2 \text{ kg h}^{-1}$. Enquanto Cua e Lizada (1990) encontraram $12500 \text{ nL L}^{-1}\text{h}^{-1}$ de etileno em manga ‘Carabao’, antes da completa maturidade no mesocarpo mais externo, embora os níveis de etileno tenham sido comparáveis ao mesocarpo íntegro. Burg e Burg (1962) reportaram para manga maduras níveis de etileno em torno de $1870 \text{ nL}^{-1}\text{h}^{-1}$, antes da colheita.

As enzimas chave na biossíntese de etileno são a ACC-oxidase e ACC-sintase, reguladas e expressas em resposta a diversos fatores bióticos e abióticos, entre eles os estresses ambientais (YANG; HOFFMAN, 1994). A produção de etileno não é uniforme em todas as porções do fruto. Estudos com a manga ‘Carabao’ revelaram diferenças no padrão de produção do hormônio entre a porção mais interna e a mais externa do mesocarpo e a casca (CUA; LIZADA, 1990). Mitcham e McDonald (1992) encontraram em manga ‘Keitt’ maior atividade de ACC-oxidase no mesocarpo mais externo do que no interno. Reddy e Srivastava (1999), por sua vez, constataram que a produção de etileno nas variedades de manga ‘Amrapali’ e ‘Dashehari’ não seguiu o padrão climatérico. O exame em diferentes tecidos revelou que a evolução do etileno começa a declinar com o avanço do amadurecimento. Um segundo pico de etileno foi encontrado no estágio maduro das duas variedades, o que foi atribuído ao caroço, uma vez que o amadurecimento ocorre do mesocarpo mais interno para o

mais externo. Esses autores também encontraram níveis muito mais altos de etileno e ACC-oxidase na casca do que no mesocarpo. Hulme (1974) citou que a casca possui células maiores e com maior atividade metabólica, o que poderia explicar a maior produção de etileno nessa região.

Lederman et al (1997) concluíram que alterações na capacidade de sintetizar etileno via ACC-oxidase na casca de manga ‘Keitt’ não foram relacionadas às alterações nos parâmetros de amadurecimento na polpa do fruto.

2.2.6 Firmeza da polpa

A parte comestível dos frutos e hortaliças é composta principalmente de células do parênquima. A diferença das outras células é que estas são formadas de estruturas relativamente simples (carboidratos) e se encontram “cimentadas” como uma camada amorfa externa à parede celular primária, chamada de lamela média ou camada interlaminar, sendo considerada a responsável pela integridade dos tecidos vegetais. Esta zona está composta por sais de cálcio e de polímeros de ácido galacturônico que se encontram parcialmente esterificados com metanol, conhecidos como material péctico (MIRANDA; GONZALEZ, 1993).

Nos frutos “verdes”, o material péctico se encontra principalmente na forma de protopectina, insolúvel em água e que promove grande resistência ao tecido. Quando o fruto vai amadurecendo, o comprimento da cadeia polimérica diminui formando uma pectina solúvel em água e pouco resistente, quando comparada com a protopectina, provocando, assim, diminuição na rigidez do fruto (MIRANDA; GONZALEZ, 1993; CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Segundo Tucker (1993), a diminuição da firmeza ocorre em função, principalmente, da perda da integridade da parede celular. A degradação enzimática de moléculas poliméricas constituintes da parede celular como a celulose, hemicelulose e pectina, promove modificações na parede celular, levando ao amolecimento do fruto.

No amadurecimento ocorre um aumento do conteúdo da pectina solúvel em decorrência da despolimerização das pectinas da parede celular, causando aumento

na solubilização das mesmas, pela ação de enzimas pectolíticas, conseqüentemente, promovendo aumento no amaciamento de frutos (ADAMS, 1991).

Outros processos também estão envolvidos no amolecimento de frutos, como a perda de turgor, um processo físico ocasionado pela perda excessiva de água pela transpiração. Vila (2004) relata este processo como importante na pós-colheita, em função da diferença de pressão de vapor existente entre os tecidos do fruto e atmosfera local de armazenamento.

O amaciamento durante a maturação pode ser minimizado pelo uso de baixas temperaturas, dentro de certos limites para cada fruto e do armazenamento em atmosfera modificada e/ou controlada (KADER, 1995).

Segundo Chitarra (1998), a medição da firmeza da polpa visa o estabelecimento indireto das transformações na estrutura celular, tamanho das células e alterações bioquímicas na parede celular, responsáveis pela textura. A resistência mecânica está relacionada com a textura, e esta característica é definida como o conjunto de propriedades do alimento, compostas por características físicas perceptíveis pelo tato e que se relacionam com a deformação, desintegração e fluxo do alimento, sob aplicação de uma força.

A velocidade da perda de firmeza, como o amadurecimento de manga depende da variedade (ALI et al., 1995). Haden e 'Tommy Atkins' são manga de polpas mais firmes, um atributo que explica o seu grande valor comercial (SANTOS, 2004).

2.2.7 Sólidos solúveis (SS) e carboidratos

Os sólidos solúveis representam os compostos solúveis em água presentes no fruto, como açúcares, vitaminas, ácidos, aminoácidos e algumas pectinas. O teor de sólidos solúveis é dependente do estágio de maturação, no qual o fruto é colhido e, geralmente, aumenta durante o amadurecimento pela biossíntese ou degradação de polissacarídeos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A porcentagem de SS na manga varia de 6,65% a 21,9%, dependendo da cultivar e do estágio de maturação do fruto (AWASTHI; PANDEY, 1980; NATIVIDAD

FERRER, 1987). Algumas cultivares apresentam teores mais baixos, como a ‘Tommy Atkins’, com aproximadamente 12,0% (LIMA, 1997), ou mais elevados, como as cultivares Dashehari, Fazli, Langra e Chousa, com teores de até 20% e Mallika, com até 24% (LAKSHMINARAYANA, 1980; MEDLICOTT et al., 1986) no início do amadurecimento. Maia et al. (1986) determinaram, para manga brasileiras das variedades ‘Rosa’, ‘Coité’, ‘Jasmin’, ‘Espada’ e ‘Itamaracá’, nos estádios “de vez” e “maduro”, valores de SS compreendidos entre 4,10% a 15,8%, respectivamente.

O açúcar é outro constituinte que aumenta com o amadurecimento da manga. Este processo causa uma alta proporção de sólidos solúveis, havendo maior quantidade de açúcares não redutores (MELO NETO, 1999).

Enquanto o fruto permanece na planta, o acúmulo de amido é a principal atividade nos tecidos da polpa, cujo teor aumenta intensivamente, chegando a 13% quando do seu completo desenvolvimento, mas, após a colheita do fruto, este amido é totalmente hidrolisado em oito dias, transformando em açúcares. Os açúcares se acumulam com o amadurecimento e constituem a maior quantidade de sólidos solúveis na manga madura. No início do amadurecimento, a maioria dos açúcares presentes são redutores, mas os frutos completamente maduros contêm mais açúcares não redutores (na forma de sacarose) do que os redutores (TANDON; KALRA, 1983; MANICA, 2001).

Os teores de açúcares redutores e totais aumentam gradualmente, seguindo-se uma ligeira queda durante o amadurecimento, enquanto que os não redutores permanecem mais ou menos constantes durante o desenvolvimento da manga (MEDINA, 1996).

O decréscimo de amido durante o amadurecimento também foi observado por Rocha et al. (2001), que estudaram o uso do índice de degradação de amido na determinação da maturidade da manga ‘Tommy Atkins’ e encontraram o maior teor de amido (6,81%) no fruto verde e o menor (3,04%), no fruto maduro. Notaram também o aumento nos teores de açúcares totais, açúcares não redutores e sólidos solúveis durante o amadurecimento, o que está de acordo com a redução nos teores de amido nos frutos ao longo da maturação, demonstrando crescente conversão de amido em açúcares simples.

A sacarose parece ser o açúcar predominante a acumular-se na fruta durante o amadurecimento (CASTRILLO et al., 1992). Assim, embora a síntese da sacarose

seja maior no fluxo metabólico, durante o amadurecimento, os níveis absolutos de amido na manga são insuficientes para promover mais que 7% do carbono requerido para a produção de sacarose (HUBBARD et al., 1991; CASTRILLO et al., 1992).

A consequência primária da hidrólise de amido é o aumento total de açúcares, como glicose, frutose e sacarose, (CARDELLO; CARDELLO, 1998).

2.2.8 Acidez titulável (AT) e pH

A acidez de um fruto é dada pela presença dos ácidos orgânicos que servem de substratos para a respiração. Encontram-se dissolvidos nos vacúolos das células, tanto na forma livre, como combinada com sais, ésteres, glicosídeos (BRODY, 1996).

Em frutos, não só contribuem para a acidez, como também para o aroma característico, porque alguns componentes são voláteis. O teor de ácidos orgânicos tende a diminuir, devido à sua oxidação no ciclo dos ácidos tricarboxílicos, em decorrência do processo respiratório ou de sua conversão em açúcares, pois nesta fase ocorre maior demanda energética pelo aumento do metabolismo (BRODY, 1996; CHITARR; CHITARRA, 2005). Assim, a variação da acidez pode ser um indicativo do estágio de maturação do fruto, já que a acidez decresce em função do avanço da maturação. Em alguns casos, há pequeno aumento nos valores com o avanço da maturação.

Os ácidos se degradam rapidamente depois da colheita se o fruto for mantido à temperatura ambiente. Este decréscimo pode ser retardado pelo uso do frio ou com atmosferas controladas. A relação entre açúcares e ácidos é muito importante na caracterização das variedades dos frutos e sua evolução, em geral, é inversa em respectivas concentrações: enquanto os açúcares aumentam com o amadurecimento, os ácidos diminuem. Por este fator, vários índices de qualidade foram propostos na tentativa de explicar o efeito dos ácidos e açúcares no sabor dos frutos (CARVALHO FILHO, 2000).

O método de medição mais usado é o da acidez titulável, através da neutralização química de todos os ácidos livres presentes no suco do fruto com uma solução padronizada de NaOH (0,1N). Esta acidez titulável normalmente se expressa em miliequivalentes por litro, ou também em gramas/litro do ácido orgânico dominante ou em

percentagem (g ácido/100g de suco ou ml ácido/100mL de suco), que podem ser convertidos em meq.L⁻¹, mediante massa molecular do ácido correspondente e sua valência (VALERO; RUIZ ALTISENT, 1998).

A acidez é usualmente calculada com base no principal ácido presente, expressando-se o resultado com percentagem de acidez titulável e nunca da total, devido aos componentes ácidos voláteis que não são detectados (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Em manga, a acidez deve-se, principalmente, à presença de ácidos cítricos e málico em maior quantidade e os demais ácidos, como oxálico, succínico, oxalacético, n-oxiglutárico e pirúvico. A acidez total da fruta, que é normalmente expressa em ácido cítrico ou málico, demonstra que as frutas possuem uma acidez que varia de 0,17% a 3,66%, quando verdes, e de 0,11% a 0,56%, quando maduras (MANICA, 2001).

2.2.9 Relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT)

A relação entre SS e AT fornece um indicativo do sabor do fruto, pois relaciona a quantidade de açúcares e ácidos presentes. A relação SS/AT tende a aumentar durante o amadurecimento, devido ao aumento nos teores de açúcares e à diminuição dos ácidos. Dessa forma, todos os fatores, sejam eles ambientais ou fisiológicos, que interferem no metabolismo dos açúcares e ácidos, estarão interferindo na relação SS/AT e, conseqüentemente, no sabor do fruto (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Como em outros frutos, em manga essa relação aumenta em função do aumento de SS e diminuição de AT. Salles e Tavares (1999) observaram na cv. ‘Tommy Atkins’, que os valores podem variar em função do estágio de maturação, tendo encontrado um mínimo de 5,1 nos frutos colhidos aos 75 dias, após indução floral, até um máximo de 8,7, nos frutos colhidos aos 120 dias e armazenados por 39 dias, sendo 30 dias sob condições de refrigeração.

2.2.10 Vitamina C

A vitamina C é uma vitamina hidrossolúvel, cuja ingestão diária pelo homem faz-se necessária, uma vez que o organismo humano não é capaz de sintetizá-la, sendo encontrada abundantemente em frutas e hortaliças e, em menor quantidade, em produtos cárneos e no leite de vaca *in natura* (FRANKE et al., 2004). É conhecida por prevenir o escorbuto e por atuar em importantes processos metabólicos, na síntese de lipídeos e proteínas, metabolismo de carboidratos, respiração celular, formação e manutenção de colágeno, regeneração dos tecidos, prevenção de sangramento, reduzindo o risco de infecções e facilitando a absorção de minerais. Mais recentemente, tem sido destacada sua ação antioxidante, protegendo as células e os tecidos do processo oxidativo (FRANKE et al., 2004; SILVA, 2005).

Esta vitamina atua como um excelente antioxidante sobre os radicais livres na fase aquosa, embora não seja capaz de agir nos compartimentos lipofílicos para inibir a peroxidação lipídica. Por outro lado, estudos *in vitro* mostraram que a vitamina C, na presença de metais de transição, tais como o ferro, pode atuar como molécula próoxidante e gerar os radicais livres H_2O_2 e OH^- porém, estes metais estão presentes em quantidades muito limitadas. Efeito semelhante ocorre em frutos muito ricos dessa vitamina como é o caso da acerola (DUARTE-ALMEIDA et al., 2006).

As recomendações nutricionais da vitamina C vêm aumentando ao longo do tempo. Na década de 1960, a comissão de especialistas da FAO/OMS recomendava 30 mg de vitamina C para adultos (homens e mulheres acima de 13 anos); 50 mg durante a gestação e lactação e 20 mg para crianças recém-nascidas e crianças até a idade de 13 anos. Nos anos 1970, o National Research Council recomendava 45 mg diários para adultos, 60 mg durante a gestação e 80 mg durante a lactação (PELÚZIO; OLIVEIRA, 2006).

A vitamina C é considerada como uma substância de grande importância para a nutrição humana e está amplamente distribuída no reino vegetal, sendo que algumas frutas são consideradas fontes excepcionais, destacando-se a acerola, goiaba e o caju (SILVA, 2007). Conforme Araújo e Minami (1994), após ser oxidado no organismo em ácido deidroascórbico, apresentam completa atividade vitamínica C, exercendo importante papel na

biossíntese de corticoides e catecolaminas, na síntese e manutenção dos tecidos, ossos, dentes e sangue.

Segundo Kim et al. (2002), o ácido ascórbico é o antioxidante majoritário que ocorre naturalmente na dieta humana. Gardner et al. (2000) avaliaram a capacidade antioxidante de sucos de diversas frutas e verificaram que foi maior naqueles sucos com altas concentrações de vitamina C, sendo o ácido ascórbico responsável por 65 a 100% do total da capacidade antioxidante de sucos derivados de frutas cítricas. Os autores referem-se ao ácido ascórbico como sendo um dos mais importantes antioxidantes hidrossolúveis nas células, com alta biodisponibilidade, sendo capaz de proteger as biomembranas e as LDL (lipoproteínas de baixa densidade do colesterol), dos danos da peroxidação.

O teor de vitamina C em manga pode aumentar ou diminuir durante o armazenamento. Lima (1997) encontrou, para as manga ‘Tommy Atkins’, concentrações de vitamina C variando de 47,9 a 9,3 mg.100g⁻¹ de polpa, quando armazenadas durante 28 dias, sob temperatura de 12 ± 2°C e umidade de 88 ± 3%. Yamashita et al. (1999) observaram redução do teor dessa vitamina em condições refrigeradas em manga ‘Keitt’.

2.3 Carotenoides

Os carotenoides são pigmentos naturais lipofílicos, amplamente distribuídos na natureza, que apresentam diversas funções biológicas e benefícios à saúde. São responsáveis pela coloração vermelha, amarela e alaranjada de frutas, hortaliças, raízes, flores, peixes, invertebrados e pássaros (MINGUÉZ-MOSQUERA; HONERO, 2002).

Já foram identificados mais de 600 carotenoides e isso se deve às diferentes modificações da sua estrutura básica, mediante hidrogenação, desidrogenação, ciclização, migração de ligação dupla, encurtamento ou extensão da cadeia, rearranjo, isomerização, introdução de substituintes ou combinações destes processos (RODRIGUEZ-AMAYA, 1999; MELLO, 2002).

Alguns são precursores da vitamina A e dentre os mais encontrados na natureza estão: α -caroteno, γ -caroteno, criptoxantina e β -caroteno, sendo este último e seus isômeros os de maiores méritos, tendo em vista a sua atividade de vitamina A, em relação aos

demais (RODRIGUEZ-AMAYA, 1989). Sendo assim, os carotenoides de origem vegetal têm importância nutricional para o homem como precursores de vitamina A, atuando na manutenção da integridade dos tecidos epiteliais, no processo visual, no crescimento, reprodução etc. (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Entretanto, alguns fatores podem afetar a sua absorção pelo indivíduo, dentre eles encontram-se: o tipo e a quantidade de carotenoide ingerido na dieta, ligações moleculares, matriz em que o carotenoide se encontra presença de fatores inibidores ou facilitadores da absorção, estado nutricional do indivíduo, fatores genéticos, bem com a interação entre as variáveis citadas anteriormente (CAMPOS; ROSADO, 2005).

Os carotenoides contêm potencial para benefícios que vão além da atividade de vitamina A. Luteína e zeaxantina parecem proteger o olho contra degeneração macular, β -criptoxantina, encontrada em altos níveis em citros, pode estar inversamente associada com risco de câncer de pulmão (MANNISTO et al., 2004). O consumo de produtos ricos em licopeno tem sido associado à proteção contra certos tipos de câncer, notadamente de próstata (GIOVANNUCCI et al., 1995).

Os carotenoides são, também, pigmentos responsáveis pela cor de muitas frutas, hortaliças, temperos e ervas (AGOSTINI-COSTA et al., 2003). Durante o amadurecimento dos frutos, estes pigmentos podem já estar presentes, tornando-se visíveis com a degradação da clorofila ou podem ser sintetizados simultaneamente com a sua degradação (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Pantastico (1975) relata que o material liberado durante a degradação da clorofila pode ser utilizado para síntese de carotenoides, à medida que os frutos vão amadurecendo e ocorrendo a degradação da clorofila.

Esses pigmentos podem ser usados como indicativos de maturação em manga ‘Tommy Atkins’, como descrito em Lima et al. (2009). De acordo com os autores, esses frutos apresentam teores de 3,32 mg de carotenoides totais por 100 g de polpa no estágio maduro.

2.3.1 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos são largamente distribuídos no reino vegetal, fazendo parte da dieta de forma significativa, influenciando fortemente a qualidade dos frutos, pois contribuem sensorial e nutricionalmente com estes (BAHORUN et al., 2005; SCALZO et al., 2005).

Existem mais de 8.000 compostos fenólicos no reino vegetal, que variam amplamente em complexidade. Estima-se que pessoas que consomem várias porções de frutas e hortaliças por dia estejam ingerindo diariamente cerca de 1 g de fenólicos.

Para a discussão sobre propriedades protetoras da saúde, os compostos fenólicos são agrupados em flavonoides e não flavonoides (ácidos fenólicos e cumarinas). Exemplos de fenólicos não flavonoides são o resveratrol, encontrado em uvas e no vinho, o ácido elágico, encontrado em caqui e romã, e o ácido clorogênico, encontrado em café, kiwi, maçã e nas pequenas frutas. Os principais flavonoides incluem as antocianinas, flavonas, isoflavonas, flavanonas, isoflavonas, flavanóis (catequinas) e as proantocianidinas (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Segundo Reynerston et al. (2008), os polifenóis de frutas são importantes constituintes antioxidantes da dieta. As frutas, principais fontes dietéticas de polifenóis, apresentam variações quantitativas e qualitativas na composição desses constituintes em função de fatores intrínsecos (cultivar, variedade, estágio de maturação) e extrínsecos (condições climáticas e edáficas). Por sua vez, a eficácia da ação antioxidante depende da concentração destes fitoquímicos no alimento (MELO et al., 2008).

Os flavonóis possuem coloração branca ou amarela clara e geralmente acompanham as antocianinas em frutos, provavelmente, porque apresentam rotas de biossíntese semelhantes, além de atuarem na copigmentação das antocianinas (MELO et al., 2006). As antocianinas são pigmentos fenólicos solúveis em água, pertencentes à classe dos flavonoides, responsáveis pelas várias mudanças entre laranja, vermelho e azul, exibidas pelas frutas, hortaliças, flores, folhas e raízes (LIMA et al., 2006).

Apesar dos compostos fenólicos em manga terem sido identificados há muito tempo (ANSARI et al., 1971), pouca atenção tem sido dada à investigação do teor total

de compostos fenólicos em manga, alguns estudos mostram a presença de glicosídeos de flavonoides e de xantonas em manga (SHIEBER et al., 2000).

2.3.2 Aminas

Aminas são compostos nitrogenados, de baixo peso molecular, nos quais um, dois ou três átomos de hidrogênio da amônia são substituídos por grupos alquila ou arila. As aminas são formadas durante processos metabólicos normais em todos os organismos vivos e, portanto, estão presentes nos alimentos (BARDÓCZ, 1995). São sintetizadas principalmente pela descarboxilação de aminoácidos ou por aminação e transaminação de aldeídos e cetonas (HALÁSZ et al., 1994; GLÓRIA 2005).

Aminas podem ser classificadas em função do número de grupamentos amina, da estrutura química e da via biossintética. Quanto ao número de grupamentos amina na molécula, classificam-se em monoaminas (tiramina e feniletilamina), diaminas (histamina, triptamina, serotonina, putrescina e cadaverina) e poliaminas (espermina, espermidina e agmatina). Quanto à estrutura química, as aminas podem ser classificadas em alifáticas (putrescina, cadaverina, espermina, espermidina e agmatina), aromáticas (tiramina, feniletilamina, sinefrina) e heterocíclicas (histamina, triptamina). Ainda com relação à estrutura química, podem ser classificadas em função do grupo químico em catecolaminas (dopamina, noradrenalina, adrenalina), indolaminas (serotonina) e imidazolaminas (histamina). Quanto à via biossintética, as aminas classificam-se em biogênicas e naturais. As biogênicas são formadas pela descarboxilação de aminoácidos por enzimas microbianas. Fazem parte deste grupo histamina, serotonina, tiramina, feniletilamina, triptamina, putrescina, cadaverina e agmatina. As aminas naturais putrescina, agmatina, espermina e espermidina são formadas *in situ* nas células à medida que são requeridas e a histamina está armazenada nos mastócitos e basófilos. Interessante observar que a histamina poderia se encaixar nestes dois grupos (GLÓRIA, 2005).

As poliaminas (PAs) são essenciais ao crescimento, renovação e metabolismo sendo, portanto, indispensáveis às células vivas. Apresentam diversas funções nas células, dentre elas, aumento da síntese do RNA, as poliaminas (PAs), DNA e de

proteínas, estabilização do RNA transportador e redução da taxa de degradação do RNA, são ainda importantes na estabilização das membranas (BARDÓCZ, 1995; GLÓRIA, 2005). Nos vegetais, além destas funções, as poliaminas participam da floração e desenvolvimento do fruto e da resposta ao estresse, além de inibir a produção de etileno e a senescência. A espermina, espermidina, putrescina e cadaverina são eficientes sequestrantes de radicais livres, podendo inibir a peroxidação lipídica e retardar a senescência. Algumas amins são também importantes na síntese de metabólitos secundários de interesse biológico como nicotina e alcaloides (GLÓRIA, 2005).

As PA's são moléculas carregadas positivamente em pH fisiológico e o primeiro passo na biossíntese de poliaminas nas plantas superiores e bactérias é a descarboxilação da ornitina ou da arginina, em reações catalisadas pelas enzimas ornitina descarboxilase (ODE; EC 4.1.1.17) e arginina descarboxilase (ADC; 4.1.1.19). A espermina e a espermidina são sintetizadas a partir da putrescina pelas subsequentes adições de grupos aminopropílicos, doados pela S-adenosilmetionina (SAM) descarboxilase. Tais adições são catalisadas por aminopropil-transferases específicas, denominadas espermidina sintase e espermina sintase (BOUCHEREAU et al., 1999).

Há evidências de que as poliaminas naturais estabilizam a membrana e retardam a senescência (SMITH, 1985). S-adenosilmetionina (SAM) também pode ser transformada sucessivamente em ácido aminopropil-carboxílico e etileno (SLOCUM et al., 1984), pelo fato das poliaminas e do etileno competirem pelo mesmo precursor, ou seja, S-adenosilmetionina. Essa substância pode se constituir na chave metabólica para a regulação da senescência.

As poliaminas podem prevenir mudanças associadas à senescência, ligadas ao incremento da produção de etileno (SUTTLE, 1981).

O etileno é o hormônio vegetal, que provoca atraso no alongamento e promoção da senescência, enquanto as poliaminas atrasam a senescência em folhas destacadas e protoplastos (SMITH, 1985). As poliaminas inibem também a biossíntese de etileno em diversos tecidos vegetais (APELBAUM et al., 1981). Assim, um balanço entre esses dois reguladores vegetais é essencial para acelerar ou retardar a senescência (PANDEY et al., 2000).

Apesar de compartilharem um precursor comum - SAM, a função metabólica do etileno e das poliaminas são diferentes. Geralmente, as poliaminas aparecem em baixas concentrações em tecidos senescentes e altas em verdes, o contrário do que é geralmente observado para o etileno e peroxidases (LIMA, 1994). Este declínio poderia ser a causa da iniciação ou aceleração da produção de etileno via ACC sintase e/ou o aumento da sensibilidade dos tecidos pela adição do etileno. É possível que as poliaminas (provavelmente em conjugação com outros reguladores vegetais) sejam requeridas para expressão do gene ACC-sintase, e dessa forma, para a inibição do etileno (YAHIA et al., 2001).

As poliaminas estabilizam complexos moleculares em membranas (BESFORD et al., 1993) e reduzem danos nas membranas provocados pelas lipoxigenases (TIBÚRCIO et al., 1990). O papel das poliaminas endógenas e o benefício das exógenas, em diversos vegetais, é, possivelmente, o de retardar a senescência, como relatado por diversos autores (BOUCHEREAU et al., 1999).

A degradação das poliaminas ocorre devido a rota de síntese ser interconversível, ou seja, a espermina pode ser convertida em espermidina e esta em putrescina. O primeiro passo da interconversão é a acetilação da espermina na posição N1 pela ação da SSAT. Após, a poliamina acetilada sofre quebra oxidativa, liberando os grupos aminopropil, provenientes da SAM-D por ação da enzima poliamina oxidase (SMO) (SEILER, 1994). Juntamente com o transporte das poliaminas, essa rota regula a sua homeostase intracelular. O catabolismo final destas aminas é catalisado por amino-oxidases (APAO) dependentes de cobre (GALSTON; KAUR SAWHNEY, 1987).

2.3.3 Peroxidase

A peroxidase (POD) (doador: peróxido de hidrogênio oxidorreductase; EC 1.11.1.7) é uma enzima amplamente distribuída no reino vegetal e sua presença foi descrita num grande número de espécies e partes de plantas, incluindo frutos climatéricos e não-climatéricos (CIVELLO et al., 1995). A peroxidase encontrada em plantas superiores contém ferro em sua estrutura, na forma de um grupo prostético ferriprotoporfirina III (ONSA et al., 2004). Muitas peroxidases são glicoproteínas e contém cálcio como parte de sua estrutura (MARANGONI et al., 1989).

Várias funções fisiológicas têm sido atribuídas às peroxidases de plantas, como por exemplo, a síntese de lignina, biossíntese de etileno, degradação da clorofila, eliminação do peróxido de hidrogênio, proteção contra microrganismos fitopatogênicos e metabolismo do ácido indol-3-acético (KASPERA et al., 2001). Além disso, a atividade de peroxidase aumenta em decorrência de situações de estresse fisiológico (KWAK et al., 1996).

Uma característica marcante da peroxidase é sua grande termoestabilidade. A peroxidase é considerada por alguns autores a enzima mais termorresistente dentre aquelas presentes em frutas e vegetais (RODRIGO et al., 1996).

Alguns trabalhos propõem que a peroxidase também pode afetar a textura de alguns tipos de frutas, através da síntese de lignina e da capacidade de catalisar a ligação entre as moléculas de ácido ferrúlico (substituintes na cadeia da pectina) (ADAMS, 1997). Foi relatado que o efeito de lignificação pela ação da peroxidase causa defeitos de textura (endurecimento) em aspargos (FORSYTH et al., 1999).

A sua capacidade de oxidar uma grande quantidade de compostos fenólicos distintos, inclusive a clorofila, sugere que a peroxidase também está associada à descoloração dos tecidos de frutas e vegetais (ONSA et al., 2004). A atividade de peroxidase está intimamente relacionada à perda de sabor de alimentos estocados, e também a uma série de reações de biodegradação. O escurecimento enzimático de frutos e vegetais deve-se à oxidação de compostos fenólicos naturalmente presentes, que resulta na formação de pigmentos marrons, vermelhos ou negros (VALDERRAMA; CLEMENTE, 2004). O desenvolvimento de cor marrom em morangos processados por apertização foi correlacionado com a atividade residual de peroxidase (LOPEZ-SERRANO; BARCELÓ, 1996).

2.3.4 Pectinametilesterase

O amadurecimento de muitos frutos é caracterizado pelo amaciamento da polpa, pela ação conjunta de diferentes hidrolases da parede celular e, mesmo sem dados disponíveis sobre as mudanças nas substâncias pécticas, já se havia assumido que ele era devido à ação de enzimas que agiam despolimerizando a pectina (ALI et al., 2004). Estudos

realizados com manga 'Keitt' por Cavalca et al. (1994) confirmaram que, durante o amadurecimento da fruta, ocorria solubilização da pectina e rompimento da parede celular.

A pectina é encontrada nas células, constituindo suas paredes, juntamente com outros carboidratos, como celulose, hemicelulose e alguns açúcares, que constituem a estrutura da célula. A maior transformação química que a célula sofre durante o amadurecimento da fruta é a degradação da pectina, com a redução do tamanho molecular e a sua desesterificação, que varia de 0,96% a 3,06% na fruta madura e de 1,20% na fruta verde, sendo de 0,69% na fruta madura, em geral, na Índia (MANICA, 2001).

Gomez-Lim (1997) identificaram quantidade significativa de ácido galacturônico, arabinose e galactose entre a solução aquosa de polissacarídeos liberados da parede celular durante o amadurecimento da manga 'Ngowe' monoembriônica.

Os valores de pectina, observados por Cavalca et al. (1994) ao longo do amadurecimento da manga 'Haden', revelam uma redução gradativa da protopectina, acompanhada de um aumento proporcional da pectina solúvel, o que reforça o importante papel que as substâncias pécticas desempenham no processo do amaciamento da polpa da manga durante o amadurecimento.

Relatos de mudanças na atividade da PME, durante o amadurecimento, são frequentemente contraditórios. Durante o amadurecimento da manga, demonstrou-se decréscimo na atividade de PME (EL-ZOGHBI, 1994); outros estudos demonstraram atividade constante (ASHRAF et al., 1981) e outros aumento da atividade (AINA; OLADUNJOYE, 1993).

Cavalca et al. (1994), estudando a manga 'Haden', observaram alterações relativas à atividade da PME, que apresentaram valores relativamente altos no início do amadurecimento (estádio verde maturo), seguidos de uma queda acentuada após a colheita até a perda quase total de atividade no 10º dia, após a colheita.

2.4 CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE PÓS-COLHEITA

2.4.1 Conservação pós-colheita

A qualidade dos produtos vegetais é o resultado da conjugação de

diversos fatores, dentre os quais podem ser citados a produção livre de pragas e doenças, grau de maturação adequado na colheita e procedimentos apropriados de manipulação e conservação (CORREA, 1998). A qualidade dos frutos está relacionada com a minimização da taxa de deterioração, ou seja, manutenção das características normais do produto, como textura, cor, sabor e aroma, de forma a mantê-los atraentes aos consumidores pelo maior espaço de tempo possível.

A seleção e a classificação dos frutos baseiam-se, principalmente, nas características de qualidade, que estão associadas ao estágio de maturação, à cor, às condições fitossanitárias e de limpeza e aos danos mecânicos que os frutos apresentam, enquanto as características físicas consideradas são dimensão, peso e forma (GORGATTI NETTO et al., 1994).

O tempo de duração dos frutos colhidos é de grande importância na comercialização. A manga difere dos demais frutos quanto à conservação. Frutos colhidos “de vez” amadurecem entre cinco a oito dias; os maduros não resistem a mais de três dias. O tempo de duração de um fruto, desde o dia da colheita, varia de oito a doze dias, quando mantido a temperaturas ao redor de 20°C a 25°C; temperaturas acima de 30°C aceleram o amadurecimento (SIMÃO, 1998).

Sendo a manga um fruto climatérico, o ponto de colheita será decisivo para o prolongamento de sua vida útil. A fisiologia pós-colheita de manga, sob condições ambientais, é caracterizada pela rápida taxa de amadurecimento e senescência, e o controle destes processos são essenciais para a manutenção e a comercialização dos frutos.

A comercialização da maioria dos vegetais frescos pode ser prolongada pelo armazenamento imediato dos mesmos, em condições atmosféricas que mantenham a sua qualidade. Portanto, o armazenamento visa minimizar a intensidade do processo vital dos frutos e hortaliças, por meio de condições adequadas, que permitam uma redução do metabolismo normal, sem alterar a fisiologia do fruto (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Um funcionamento regular das câmaras de conservação, durante o armazenamento, mantém as qualidades internas e externas do fruto. Para isso, devem-se realizar controles periódicos da qualidade, por meio de análises laboratoriais de amostras de frutas, permitindo prognosticar o potencial e a duração do período de conservação, observar a

reação dos frutos às condições de armazenamento e tomar decisões sobre o destino que será dado ao fruto, ou seja, armazenamento a curto, médio e longo prazo, ou, mesmo, sua comercialização imediata (GIRARDI, 2001).

2.4.2 Baixas temperaturas

Existe uma temperatura ideal para a maturação de cada tipo de fruto para que alcance um máximo de qualidade comestível. Temperaturas inferiores ou superiores não são satisfatórias, podendo acarretar injúrias fisiológicas (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A temperatura utilizada durante o armazenamento é de grande importância, pois exerce influência na taxa de respiração e transpiração dos frutos. Excesso de transpiração pós-colheita resulta no enrugamento do fruto, desenvolvimento desuniforme da cor, amadurecimento irregular, afetando também as características sensoriais (EVANGELISTA, 1999).

Normalmente, alimentos, como hortaliças e, principalmente frutas, necessitam de maiores cuidados. Quanto mais rapidamente eles sofrem redução de temperatura, maior será o tempo para que se possa comercializá-los. Em linhas gerais, uma queda de 10°C aumenta a sua vida em torno de mais três vezes (TANABE; CORTEZ, 1999). Baixas temperaturas são utilizadas para prolongar a vida útil de produtos perecíveis, pois mantêm o metabolismo em níveis baixos, reduzindo a perda da água e retardando o amadurecimento e a senescência (MOSCA, 1992).

A atividade respiratória é reduzida pelo uso de baixas temperaturas em frutos climatéricos; o abaixamento da temperatura retarda o pico climatérico e reduz sua intensidade, podendo ser totalmente suprimido na faixa de temperatura próxima ao limite fisiológico de tolerância do fruto (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O armazenamento em câmara fria é um dos processos mais conhecidos para se prolongar a vida dos frutos. No entanto, frutos tropicais, como a manga, são susceptíveis a baixas temperaturas, desenvolvendo sintomas de danos pelo frio (AWAD, 1993), quando armazenadas a temperaturas abaixo daquelas consideradas como de segurança.

A manga é um fruto de difícil conservação por não suportar baixas temperaturas. À menor temperatura em que a manga possa ser armazenada, seu amadurecimento continua, porém, mais lentamente (GORGATTI NETTO, 1994).

Os principais sintomas resultantes da injúria pelo frio em manga são: falta de doçura, aroma e sabor da polpa; casca opaca; manchas marrons na casca; maturação irregular; suscetibilidade à deterioração por fungos e redução do nível de carotenoides, durante o armazenamento (YAMASHITA, 1995).

A melhor temperatura para a conservação de manga situa-se entre 10°C e 12°C, e UR de 90%. Segundo Simão (1998), nestas condições, os frutos só podem permanecer por um período de 25 dias. Após a retirada da câmara fria, os frutos entram em decomposição em três dias.

Jerônimo e Kanesiro (2000), avaliando o efeito de baixas temperaturas de armazenamento em manga ‘Tommy Atkins’ e ‘Parvin’, verificaram que frutos sem embalagem e armazenados a 13°C tiveram a vida útil prolongada por 8 dias em relação aos frutos armazenados sob condição ambiente. Por outro lado, aqueles armazenados a 5°C não amadureceram e apresentaram sintomas de danos pelo frio.

2.4.2.1 Atmosfera modificada

Para melhor conservação dos frutos, pode-se utilizar a técnica do armazenamento sob atmosfera modificada, que consiste no envolvimento dos frutos em filmes plásticos, acondicionamento em embalagens ou através de produtos químicos que formam uma película protetora sobre eles, como a cera e a parafina, visando à modificação da atmosfera ao seu redor (JERONIMO et al., 2007). Dependendo do mecanismo pelo qual se estabelece a atmosfera no interior da embalagem, pode-se ter armazenamento em atmosfera passiva (sem controle rígido das concentrações de O₂ e CO₂) ou (com controle) em atmosfera ativa (COSTA, 2008).

Segundo Awad (1993), no interior das embalagens, a respiração dos frutos reduz a concentração de O₂ e aumenta a de CO₂, até níveis que dependem, sobretudo, do tipo, variedade, peso, estágio de maturação, temperatura dos frutos e das características da

película plástica (estrutura, densidade e espessura), que determinam sua permeabilidade aos diferentes gases (CO_2 , O_2 , C_2H_4).

A combinação de armazenagem frigorificada com embalagem é uma técnica para aumentar o tempo de armazenamento e a vida útil pós-colheita de produtos frescos perecíveis, como é o caso da manga, inclusive para que possam ser transportados via marítima (MCGLASSON, 1992).

Tamanho de perfurações em caixas plásticas e controle da umidade relativa no seu interior, associados ao peso de frutos, podem influenciar o aumento da vida útil pós-colheita de manga australianas ‘Kensington Pride’, através da redução da perda de massa (MACNISH et al., 1997).

2.4.2.2 Uso de filmes plásticos

Church (1994) relata diversos filmes plásticos em função de sua permeabilidade a gases, O_2 , CO_2 e vapor d’água, os de alta, baixa e média permeabilidade.

Análises físicas (textura e coloração da polpa e casca) e químicas (sólidos solúveis, acidez total titulável e pH) indicaram um retardamento do processo de amadurecimento das manga ‘Tommy Atkins’ armazenadas sob refrigeração em atmosfera modificada (ALVES et al., 1998).

Manga ‘Tommy Atkins’ foram individualmente envolvidas com filmes plásticos esticáveis, armazenadas por duas semanas a 12°C e, em seguida, amadurecidos a 21°C. A perda de massa dos frutos envolvidos em filmes plásticos Cryovac D955 e Clysar EHC-50 foram significativamente menores que a dos frutos não envolvidos, sem haver diferença significativa na textura e no desenvolvimento da cor (MILLER et al., 1986).

A utilização de filmes plásticos de baixa densidade em manga ‘Keitt’, a 20°C com 67% de UR, por quatro semanas, foi estudada por Gonzalez-Aguilar et al. (1997), os quais verificaram que sua utilização foi eficiente na redução da perda de massa, firmeza e coloração, mas não no conteúdo de sólidos solúveis totais e acidez total titulável.

Com o objetivo de avaliar a qualidade de manga ‘Haden’, durante o armazenamento refrigerado a 12°C por 10 e 20 dias, sob atmosfera modificada, através do uso

de filme plástico de cloreto de polivinila, Lima et al. (1996) observaram que o filme não alterou as características químicas dos frutos, mas manteve os teores de vitamina C e a textura mais elevados.

Jerônimo et al. (2007) verificaram que a perda de massa de manga ‘Parvin’, acondicionadas em bandejas de isopor, recobertas com filme plástico de cloreto de polivinila esticável, armazenadas a 13 e 25°C, foi reduzida em até 9,86 e 5,72%, respectivamente, em 10 dias de armazenamento, em relação à perda de massa dos frutos sem proteção.

O armazenamento de manga ‘Tommy Atkins’ sob refrigeração, associada à atmosfera modificada por filmes de cloreto de polivinila, polietileno de alta e baixa densidade, reduziu a perda de massa, proporcionou a manutenção dos teores de sólidos solúveis totais, açúcares solúveis totais e acidez total titulável. A atmosfera modificada pelos filmes de polietileno reduziu a perda na firmeza da polpa, possibilitando uma vida útil pós-colheita de 42 dias. Somente os filmes de cloreto de polivinila e de polietileno de baixa densidade retiveram a coloração da casca dos frutos até o final do armazenamento (SOUSA et al., 2002).

Yamashita et al. (1997), estudando o comportamento fisiológico de manga ‘Keitt’, embaladas individualmente em filme de copolímero termoencolhível (D-955) e filmes plásticos de polietileno de baixa densidade, verificaram que os frutos armazenados por cinco semanas a 12 e 17°C e então amadurecidos a 22°C, apresentaram menor perda de massa em relação aos frutos sem proteção. O filme D-955 foi mais efetivo que o de baixa densidade, em aumentar a vida útil dos frutos (de 21 para 33 dias), devido, provavelmente, à maior permeabilidade.

Em estudo com embalagem perfurada de polietileno em manga, ‘Amrapali’ Singh et al. (1998) concluíram haver controle da perda de massa, sólidos solúveis totais, açúcares solúveis totais, vitamina C e β -caroteno.

Ramos (1994), utilizando embalagens de polietileno associadas ao tratamento hidrotérmico e à refrigeração na conservação pós-colheita de manga ‘Tommy Atkins’, verificou que a vida útil dos frutos aumentou de 13 dias (frutos sem embalagem e sem tratamento térmico) para 17 dias e que o uso de refrigeração permitiu aumentar a vida útil para 21-24 dias, sem prejudicar o metabolismo dos frutos, cujo amadurecimento ocorreu

normalmente.

Mercado-Ruiz et al. (2001), embalando manga da variedade 'Kent' em bolsas de polietileno, observaram atraso no amadurecimento com vida útil de 3 semanas a 13°C.

A combinação de armazenagem frigorificada com sacos plásticos na conservação e aumento da vida útil pós-colheita da manga 'Palmer' foi estudada por Melo Neto (1999) que concluiu que o filme de polipropileno perfurado foi o que apresentou melhor resultado, pois não afetou as características de qualidade do produto durante o período de armazenamento.

A embalagem de manga do cultivar 'Kensington Pride' em atmosfera modificada por sacos de polietileno encolhíveis, após tratamento com cloreto de cálcio 4%, aumentou significativamente a incidência de danos na casca do fruto, em relação aos frutos que receberam esse tipo de embalagem sem o tratamento de cloreto de cálcio (YUEN et al., 1993).

Armazenamento de manga com atmosfera modificada com filmes de polietileno e filme Xtend retardaram o amadurecimento expresso pelo reduzido amolecimento e retardação da cor das variedades 'Tommy Atkins' e 'Keitt' (ROSA et al., 2001). A mesma observação foi obtida por Pesis et al. (2001), quando utilizaram somente filme Xtend na mesma variedade de manga.

2.4.2.3 Uso do 1-metilciclopropeno (1-MCP)

O 1-MCP é um produto que, após a sua aplicação na pós-colheita bloqueia a ligação do etileno ao seu receptor. Em condições normais, o etileno se liga a uma molécula receptora, provavelmente, uma proteína de membrana, de onde surge a resposta. A ligação do etileno ao receptor sugere o encaixe de uma chave à fechadura, considerando-se o etileno como a chave e o receptor como a fechadura. Quando o etileno se liga ao receptor, é como se a fechadura destravasse e a porta se abrisse. Com isso é desencadeada uma série de reações associadas à qualidade e a vida útil pós-colheita dos frutos. O 1-MCP também é capaz de se ligar ao receptor de etileno agindo como uma chave que se acopla na fechadura, mas é

incapaz de destravá-la e abrir a porta, quando o 1-MCP está ocupando o sítio receptor, é impossível para o etileno se ligar a ele. É desta forma que o 1-MCP atua como um inibidor de etileno em vegetais (VILAS BOAS, 2002).

Foi demonstrado que o 1-MCP se liga aos receptores de etileno com uma meia vida de difusão entre 7 e 12 dias, comparando com 2 a 10 minutos no caso do etileno. Esse tipo de difusão sugere que a ligação do 1-MCP ao receptor de etileno é praticamente irreversível, porém, assim que o complexo receptor do 1-MCP é metabolizado ou novos receptores são gerados a altas temperaturas, o processo é revertido (PEREIRA; BELTRAN, 2002).

A concentração de 1-MCP, necessária para apresentar efeito no bloqueio da ação do etileno, varia conforme a espécie, cultivar, estágio de maturação, temperatura de exposição (RUPASINGUE et al., 2000), interação concentração x tempo de exposição e produção de novos receptores de etileno (WATKINS et al., 2000).

Harris et al. (2000) aplicaram 0, 5, 50 e 500 nL L⁻¹ de 1-MCP em bananas ‘Williams’ em três estádios de maturação, durante 24h, a 20°C e depois armazenaram os frutos em câmaras a 20°C contendo 0,1 µL.L⁻¹ de etileno. Esses autores verificaram que apenas a concentração de 500 nL L⁻¹ retardou o amadurecimento dos frutos nos três estádios de maturação e o efeito do 1-MCP foi maior nos frutos mais maduros do que nos frutos mais verdes.

O tratamento de 1-MCP a 450 nL L⁻¹ por 24 horas a 20°C retardou o amadurecimento de abacates ‘Simmonds’ por quatro dias a 20°C. Esta redução foi caracterizada por uma diminuição significativa na taxa de amolecimento, na produção de etileno e CO₂, menor perda de massa, retenção da cor verde, atividades reduzidas das enzimas ligadas à parede, tais como poligalacturonase (PG), pectinametilesterase (PME), celulase, β e α-galactosidases e menores mudanças no peso molecular de poliuronídeos (JEONG et al., 2002).

O 1-MCP reteve o desenvolvimento da coloração da casca e da polpa e proporcionou maior firmeza da polpa e menor incidência de podridões em abacates ‘Quintal’. Frutos não tratados apresentaram início do amadurecimento após quatro dias a 24°C, enquanto para os tratados com 270 nL L⁻¹ de 1-MCP, o início do amadurecimento ocorreu após sete

dias. Frutos tratados com 1-MCP (270 nL.L^{-1}) apresentaram menor taxa respiratória e menor produção de etileno (KLUGE et al., 2001). Feng et al. (2000) submeteram abacates a tratamentos com 1-MCP por 24 horas ($30\text{-}70 \text{ nL.L}^{-1}$) a 22°C e observaram atraso no amadurecimento por 10-12 dias a 22°C , induzido pelo etileno. Jeong et al. (2000) reportaram para abacate que o 1-MCP, além de reduzir a respiração, também atrasou o aparecimento do pico climatérico.

Mamões ‘Sunrise Solo’ foram colhidos em dois estádios de maturação (verde e maduro) e tratados com o 1-MCP nas concentrações de 0, 30, 90 e 270 nL L^{-1} , durante 12 horas a 20°C . Após os tratamentos, os frutos foram armazenados em condições ambientais (20°C) durante oito dias. A aplicação do 1-MCP (90 e 270 nL.L^{-1}) retardou a perda de coloração verde dos frutos e a incidência de podridões. Frutos verdes tratados com 1-MCP (270 nL.L^{-1}) apresentaram maior firmeza do que os frutos controle. O 1-MCP não afetou o conteúdo de sólidos solúveis dos frutos. A taxa respiratória e a produção de etileno foram reduzidas nos frutos tratados com 1-MCP (90 e 270 nL.L^{-1}) em ambos estádios de maturação. O 1-MCP (90 e 270 nL.L^{-1}) aumentou a vida útil pós-colheita dos frutos do estágio verde de 4 para 6 dias, dos frutos maduros de dois para quatro dias (JACOMINO et al., 2002a). Hofman et al. (2001) relataram que o maior tempo para amadurecimento de mamões ‘Solo’ (20,4 dias), em relação à manga ‘Kensington Pride’ (18,7 dias), pinhas ‘African Pride’ (9,3 dias) e abacates ‘Hass’ (15,6 dias), estaria relacionado à menor taxa de síntese de receptores de etileno, quando tratados a $25 \mu\text{L.L}^{-1}$ de 1-MCP.

Garcia-Estrada et al. (2001) avaliaram a susceptibilidade à antracnose e mudanças físicas, químicas e fisiológicas de manga *Kent* nas concentrações de 10, 30, 62, 125 e 250 nL L^{-1} sob temperatura de armazenamento a 23°C . As concentrações de 62, 125 e 250 nL L^{-1} apresentaram menor incidência e severidade de antracnose e as de 125 e 250 nL L^{-1} foram as melhores para manter a qualidade física e química dos frutos. A aplicação de 1-MCP não atrasou a aparição do pico de CO_2 , mas reduziu a velocidade de respiração dos frutos, exceção feita à concentração de 62 nL.L^{-1} .

A aplicação de 1-MCP, em combinação com o uso de bolsas de polietileno, pode estender a vida útil pós-colheita em manga ‘Zihua’ no ambiente, como substituto da cadeia do frio, mas a atenção deve ser considerada quanto ao risco de doenças

que essas bolsas de polietileno podem proporcionar (JIANG; JOYCE, 2000).

Hofman et al. (2001), estudando as respostas na qualidade e amadurecimento de manga 'Kensington Pride', entre outros frutos, verificaram que o aparecimento leve de doenças, associado ao emprego do 1-MCP, deve ser minimizado, se esse produto for utilizado comercialmente.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos I e II foram realizados na Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" (UNESP), *Campus* de Botucatu, nos Laboratórios do Departamento de Química e Bioquímica (Instituto de Biociências) e Departamento de Produção Vegetal (Faculdade de Ciências Agrônomicas) e o Experimento III foi conduzido na Univerità Degli Studi di Padova no Dipartimento di Chimica Biologica e no Dipartimento di Agronomia Ambientale e Produzioni Vegetali *Campus* - Legnaro, Padova - Itália.

3.1 EXPERIMENTO I. ARMAZENAMENTO DE FRUTOS DE MANGA 'TOMMY ATKINS' EM TEMPERATURA AMBIENTE E REFRIGERADA, SUBMETIDAS A DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE 1-MCP

3.1.1. Frutos

Os frutos de manga 'Tommy Atkins' foram colhidos no mês de dezembro de 2009 para realização do Experimento I e janeiro de 2010 para realização do Experimento II (Figura I.1), provenientes do pomar com sete anos de idade, da Fazenda Santa Maria, situada no município Taquaritinga, estado de São Paulo, no estágio 2 de maturação, definido a partir da coloração da polpa, conforme padronização de alguns exportadores (Figura I.2).

A região localiza-se a 21°24'21" de latitude sul e longitude 48°30'18" oeste, W. Gr, com altitude de 565 metros, clima tropical de altitude com inverno moderado e seco e verão quente e chuvoso, temperatura média anual de 24°C e precipitação pluviométrica

de 1.600 mm. O solo predominante é o Arenito Bauru, datado da era cenozóica, classificação climática Cwb de Koopen, irrigado por microaspersão e com tratos culturais regulares de capina, tratamentos fitossanitários e adubações convencionais de N, P, K. As mangueiras selecionadas foram plantadas em espaçamento 8,0 m x 4,0 m.

No galpão de embalagem da fazenda, os frutos foram lavados em tanque com água clorada (200 mg L^{-1} de cloro ativo) e selecionados manualmente, seguindo critérios de tamanho, aspecto visual, danos mecânicos e/ou ataque fúngico, secos em meio ambiente, e em seguida foram embalados em caixas tipo exportação e transportados por via terrestre (viagem de 2 horas) para o Departamento de Química e Bioquímica do IB, UNESP.



Figura 1 - Colheita dos frutos de mangueira.



Figura 2 - estágio 2 de maturação de fruto de manga ‘Tommy Atkins’ utilizada no experimento.

3.1.2 Procedimento de aplicação do 1-MCP

Os frutos foram submetidos aos tratamentos com 1- MCP (1- metilciclopropeno na formulação pó), Rohm e Haas Company Philadelphia EUA. Os tratamentos foram compostos de diferentes concentrações de 1-MCP (T1- 0, T2 - 100 nL L⁻¹; T3 - 300 nL L⁻¹ e T4 - 600 nL L⁻¹). Para diluição do 1-MCP *Smartfresh*®, foi utilizado frasco de vidro, no qual foi colocado o produto, sendo injetado 25 mL de água à temperatura de 40°C, agitando-se até a completa dissolução do produto, obtendo-se 1-MCP gasoso. Os frascos contendo as diferentes concentrações de 1-MCP foram colocados no centro das caixas de 0,186 m³, as quais foram fechadas e mantidas em temperatura de 25±1°C por 12 horas.

Após esse período, as caixas foram abertas e os frutos divididos em dois lotes, sendo um colocado em câmara refrigerada a 10°C com umidade relativa de 70 ± 5% e o outro lote colocado em sala climatizada a 25°C com umidade relativa de 75 ± 5%, controladas diariamente.

Neste experimento foram realizadas as seguintes avaliações: perda de massa, firmeza, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), pH, vitamina C, carboidratos,

carotenoides, flavonoides totais, compostos fenólicos, poliaminas e atividade da peroxidase. As análises foram realizadas no dia da colheita (tempo 0 de caracterização), após as 12h de exposição do 1-MCP e aos 7, 14, 21, 28 dias de armazenamento.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial $4 \times 6 \times 2$ (concentrações de 1-MCP x tempo x temperaturas). Foram utilizadas quatro repetições por tratamento, com quatro frutos por parcela.

3.2 EXPERIMENTO II. APLICAÇÃO DE 1-MCP EM MANGA ‘TOMMY ATKINS’ SOB ATMOSFERA MODIFICADA E REFRIGERAÇÃO

Para a aplicação do 1-MCP, foi utilizada a mesma metodologia do **Experimento I**. Após a aplicação de 1-MCP, os frutos foram divididos em quatro lotes. Os frutos tratados ou não com 1-MCP foram embalados com e sem vácuo em copolímeros laminados produzidos pela Stepac L. A. Ltda, Israel, com nomes comerciais de Xtend® 815-PP7 (28 mm de espessura, difusividade ao O_2 de $3,5 \times 10^{-10} \text{ cm}^2/\text{s}$ e difusividade ao CO_2 de $5,3 \times 10^{-10} \text{ cm}^2/\text{s}$). Os frutos foram armazenados em câmara refrigerada à temperatura de 10°C com umidade relativa de $70 \pm 5\%$, e as análises foram realizadas no dia da colheita (tempo 0 de caracterização), após as 12h de exposição do 1-MCP e aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias.

O experimento foi instalado utilizando-se delineamento inteiramente casualizado, seguindo o esquema fatorial 4×7 , no qual o primeiro fator constou dos tratamentos e o segundo fator tempos de armazenamento (T1 - 0 nL L^{-1} de 1-MCP + Xtend sem vácuo, T2 - 0 nL L^{-1} de 1-MCP + Xtend com vácuo, T3 - 600 nL L^{-1} de 1-MCP + Xtend sem vácuo e T4 - 600 nL L^{-1} de 1-MCP + Xtend com vácuo X tempos de armazenamento 0, 12 horas, 7, 14, 21, 28 e 35 dias) com quatro repetições, sendo cinco frutos por repetição.

As variáveis analisadas foram: perda de massa, firmeza, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), pH, vitamina C, ácido ascórbico, carotenoides, flavonoides totais, compostos fenólicos, proteína total, pectinametilesterase (PME), poliaminas, atividade da peroxidase e ascorbato peroxidase.

3.3 EXPERIMENTO III - QUANTIFICAÇÃO DE ANTIOXIDANTES EM FRUTAS E HORTALIÇAS

Os vegetais (frutos e hortaliças), cultivados de modo convencional, foram adquiridos de produtores da província de Padova, região de Veneto (coordenadas 45° 25' N 11° 52' E), Itália.

Os frutos amora-preta 'Tupy' (*Morus nigra*), pêra 'Max Red Bartlett' (*Pyrus communis* L.), grapefruit 'Marsh Foster' (*Citrus paradisi* Macfad), cereja 'Hedelfingen' (*Prunus avium* L.), ameixa 'D'Agen' (*Prunus domestica* L.), limão siciliano (*Citrus limon* L.) Burm.), kiwi 'Hayward' (*Actinidia deliciosa*), pêssego 'Royal Gold' (*Prunus persica*), figo (*Ficus carica* L.), laranja sanguínea (*Citrus sinensis*), maçã 'Granny' e 'Stak' (*Malus domestica* Borkh), uva 'Itália' e 'Rubi' (*Vitis vinifera* L.) e damasco 'Nancy' (*Prunus armeniaca* L.) foram usados para o estudo.

As hortaliças analisadas foram: espinafre (*Spinacia oleracea* L.), alcachofra 'Violeta de Provença' (*Cynara scolymus* L.), chicória 'Rosso di Treviso', (*Cichorium endivia* L.), aspargos 'Palmetto' (*Asparagus officinalis*), cebolinha (*Allium fistulosum* L.), abobrinha-italiana (*Cucurbita pepo*), tomate 'Cereja' e 'Rama' (*Lycopersicon esculentum*), ervilha (*Pisum sativum*), rúcula 'Cultivada' (*Eruca sativa*), couve 'Verze' (*Brassica oleracea sabauda*), morango 'Albion' (*Fragaria vesca* L.), alface (*Lactuca sativa*), endivia (*Cichorium endivia*) e pimentão vermelho (*Capsicum annuum*).

3.3.1 Instalação do experimento

Foi adquirido aproximadamente 1,0 kg de cada produto (fruto e folhosas), sendo dividido em três lotes com três repetições. Os vegetais foram lavados em água corrente para retirada do calor de campo e das impurezas, posteriormente, foram sanitificados em solução clorada (20 mL de hipoclorito de sódio para 1 litro de água destilada, contendo 2% de cloro ativo) por 5 minutos. Após todo o processo de lavagem e sanitificação, os vegetais danificados ou com injúrias foram descartados e, após a seleção, foram

processados em extrator de suco modelo Samsom GB-9001, (Greenbison Inc, EUA). As amostras foram armazenadas em eppendorf e congeladas a -80°C para posterior análise.

3.4 AVALIAÇÕES DOS EXPERIMENTOS I E II

3.4.1. Perda de massa

A perda de massa para cada fruto foi determinada em balança semi-analítica com precisão de $\pm 0,01\text{g}$. Os resultados foram expressos em perdas percentuais, utilizando-se a relação entre o peso em cada dia de avaliação e o peso inicial, seguindo a equação: $\%PM = ((MI - MF) / MI) * 100$

em que:

$\%PM$ = porcentagem de perda de massa parcial acumulada

MI = Massa inicial da amostra em um período determinado em g

MF = Massa final da amostra no período seguinte a MI em g

3.4.1.2 Firmeza

Para avaliação da firmeza, utilizou-se texturômetro (Stevens-LFRA Texture Analyser), com profundidade de penetração de 2,0 mm, velocidade de $2,0 \text{ mm s}^{-1}$ e ponteiro, TA 9/1000. A leitura foi realizada nos frutos inteiros, tomando-se quatro medidas por fruto, em faces opostas, após a remoção de porções da casca. Os resultados obtidos foram expressos em Newtons (N).

3.5 Sólidos solúveis (SS)

Determinou-se o conteúdo de sólidos solúveis (SS) diretamente da polpa triturada, por leitura em refratômetro digital, modelo PR - 100 Schmidt (Haensch Co., LTD. Japão) com compensação automática de temperatura. Os conteúdos de SS foram expressos em °Brix (AOAC, 1995).

3.5.1 Acidez titulável (AT)

A acidez foi determinada de acordo com metodologia recomendada pelo Instituto Adolfo Lutz (2005), utilizando-se 10 gramas de polpa homogeneizada e diluída em 100 mL de água destilada, seguida de titulação com solução padronizada de NaOH 0,1N, usando como indicador o ponto de viragem da fenolftaleína. Os resultados foram expressos em g de ácido málico 100g^{-1} da amostra.

3.5.2 pH

O pH foi determinado na polpa triturada, utilizando potenciômetro digital (AOAC, 1995).

3.5.3 “Ratio”

Para avaliar o equilíbrio doce-ácido do produto durante o amadurecimento do fruto, foi calculada a relação entre sólidos solúveis e a acidez titulável (SS/AT). Os resultados foram expressos em número puro, com uma casa decimal.

3.5.4 Açúcares solúveis totais

A extração dos açúcares totais foi realizada em solução aquosa. Utilizaram-se cerca de 50 mg do material fresco com 50 mL de água deionizada, que foram submetidos à fervura por 30 minutos. Após resfriamento, o material foi filtrado e o volume completado a 100 mL. A determinação dos açúcares totais foi feita pelo método do Fenol-Sulfúrico, segundo metodologia descrita por Dubois et al. (1956). Uma alíquota de 0,5 mL do

extrato foi acrescida em 0,5 mL de uma solução de fenol a 5% e a reação exotérmica processada rapidamente com o H_2SO_4 (95-98%, *Synth*). Os dados de açúcares totais foram expressos de acordo com a construção da curva padrão de glicose anidra (Sigma-Aldrich) na concentração de $200\mu\text{g mL}^{-1}$.

3.5.5 Açúcares redutores

Para a determinação dos teores de açúcares redutores, foi utilizada a metodologia descrita por Somogyi, adaptada por Nelson (1944). As leituras foram realizadas a 535 nm e os resultados expressos em porcentagem de peso fresco.

3.5.6 Vitamina C

O método utilizado para determinação de vitamina C foi o de Terada et al. (1978) com algumas modificações. Amostras frescas foram homogeneizadas com ácido oxálico (0,5%) durante 20 segundo em miniturax (MARCONI). Em seguida, foram submetidas à centrifugação a 10000 rpm x g por 15 minutos. Uma alíquota de 0,5 mL do sobrenadante foi combinado com 150 μL de uma solução aquosa a 0,25% de 2,6-dichlorophenolindophenol, 1 mL de uma solução 9N de ácido sulfúrico (98%) e 2,4-Dinitrophenylhydrazine e com 50 μL de tiouréia 10% em EtOH 50%. A mistura foi submetida a banho fervente por 15 minutos e, em seguida, em banho de gelo, após a estabilidade da temperatura dos frascos, foram adicionados 5mL de H_2SO_4 85% e a leitura procedida a 520 nm. Os resultados foram comparados com a curva padrão de ácido ascórbico $100\mu\text{g mL}^{-1}$ em ácido oxálico 0,5%, construída da mesma maneira das amostras.

3.6 Carotenoides

A extração dos carotenoides totais foi realizada na matéria fresca segundo o método validado por Sims e Gamon (2002). A quantidade de material foi adaptada de acordo

com as características do vegetal. As amostras pulverizadas e pesadas, foram homogeneizadas em miniturax (MARCONI), com 3 mL de uma solução gelada de acetona/Tris-HCl (80:20, 0,2M v:v, pH 7,8), durante 60 segundo. As extrações foram protegidas da luz. Após centrifugação a 2000 rpm x g por cinco minutos, os sobrenadantes foram imediatamente conduzidos para leitura em espectrofotômetro UV/VIS (Amersham-Pharmacia-Biotech) na região do visível a 663 (clorofila a), 647 (clorofila b), 537 (antocianina) e 470 (carotenoides) nm. Os valores de absorbância foram convertidos em μg de carotenoides totais. g^{-1} com base nas fórmulas deduzidas pelos autores:

$$\text{Carotenoides } (\mu\text{mol. mL}^{-1}) = \{A_{470} - [17,1.(\text{Cla} + \text{Clb})] - 9,479.\text{antocianina}\} / 119,26.$$

$$\text{Clorofila a } (\mu\text{mol. mL}^{-1}) = 0,01373(A_{663}) - 0,000897(A_{537}) - 0,003046(A_{647})$$

$$\text{Clorofila b } (\mu\text{mol. mL}^{-1}) = 0,02405(A_{647}) - 0,004305(A_{537}) - 0,005507(A_{663})$$

3.6.1 Compostos fenólicos

A análise foi realizada em material fresco, de acordo com o método espectrofotométrico Folin-Ciocalteu (HORWITZ, 1995). As amostras frescas foram pulverizadas em nitrogênio líquido para aumentar a área de superfície, em seguida foram pesadas em triplicata e colocadas em tubos de centrífuga contendo acetona 50%. Após 20 minutos no banho ultra-sônico, as amostras foram centrifugadas a 5.000 rpm x g por 10 minutos e o sobrenadante recolhido em frasco escuro e armazenado em geladaria. O precipitado foi re-extraído e os sobrenadantes combinados com o da primeira extração. A reação foi conduzida em temperatura ambiente com 0,1 mL do sobrenadante, adicionado de 0,5 mL do reagente de Folin (Dinâmica), acrescido de 2,5 mL de uma solução saturada de Na_2CO_3 . Após duas horas de reação (completa precipitação do carbonato), a leitura da absorbância foi obtida a 725 nm e os resultados foram comparados à curva padrão de ácido gálico (Sigma-Aldrich). Os resultados foram expressos em μg de ácido gálico. g^{-1} .

3.6.2 Flavonoides totais

As análises de flavonoides totais foi realizada de acordo com as metodologias descritas por Awad et al (2000) e Santos e Blatt (1998). As amostras foram pulverizadas em nitrogênio líquido antes da pesagem, para aumentar a área de superfície, e com isso facilitar a extração destes metabólitos. Os flavonoides foram extraídos com 4 mL de uma solução de metanol em ácido acético a 10% (85:15, ambas v:v). O extrato foi homogeneizado manualmente e submetido ao banho de ultra-som por 40 minutos, em seguida, centrifugados durante 20 minutos a 10.000 rpm. Ao sobrenadante coletado, foi adicionado 1 mL de uma solução de cloreto de alumínio 5% em MeOH (peso:volume), segundo modificações feitas por Santos e Blatt (1998). A quantificação dos flavonoides totais foi feita pelo método do padrão externo, usando rutina (Sigma-Aldrich) como referência. Os teores foram calculados por regressão linear obtido pela equação da reta de calibração de quercetina, construída nas mesmas condições das amostras e em um $\lambda_{\text{máximo}}$ de 425 nm. Os valores foram expressos em g de rutina por 100 g⁻¹ de peso fresco.

3.6.3 Proteína total

Amostras frescas foram utilizadas para determinação do teor de nitrogênio orgânico total (N), através da metodologia da digestão de Kjeldahl, descrita pela AOAC (1995). Considerando que as proteínas têm 16% de nitrogênio em média, o conteúdo de proteína total foi obtido multiplicando-se o valor de N pelo fator 6,25.

3.6.4 Pectinametilesterase (PME)

A atividade de pectinametilesterase (PME) foi determinada segundo Hultin et al. (1966). Para preparação do extrato enzimático, pesaram-se 5g da amostra que foram trituradas em polytron com 20mL de NaCl a 0,2N, gelado. O extrato foi filtrado e 5 mL do extrato enzimático foram adicionados sobre 30 mL de pectina cítrica 1% em NaCl 0,2N. O

pH da solução foi mantido em torno de 7,0, por dez minutos, através da titulação com NaOH 0,01N. Uma unidade de PME foi definida como a quantidade de enzima capaz de catalisar a desmetilação de pectina correspondente ao consumo de $1 \mu\text{mol}$ de NaOH $\text{min}^{-1} \text{g}^{-1}$ de massa fresca, nas condições de experimento. Os resultados foram expressos em U.E. $\text{min}^{-1} \text{g}^{-1}$.

3.6.5 Análise de poliaminas

Extração: as poliaminas foram extraídas em duplicatas a partir de amostras frescas de acordo com o método de Flores e Galston (1982), otimizado por Lima et al. (1999). Utilizou-se cerca de 400 mg de tecido fresco pulverizado em nitrogênio líquido para 1 mL de PCA (ácido perclórico) gelado a 5% (p:v). Os extratos foram homogeneizados em mini-turrax (Marconi) durante 30'' à velocidade média. Em seguida, foram centrifugados a 12000 xg por 20' e os sobrenadantes recolhidos e armazenados em freezer a -20°C .

Dansilação: para dansilação (marcação de fluorescência nas poliaminas) foram utilizados 200 μL de extrato, com 200 μL de uma solução $2,5 \text{ mol L}^{-1}$ de carbonato de cálcio (Merck) e 400 μL de uma solução de cloreto de dansil (Sigma) em acetona na proporção (5:1). As amostras foram deixadas em ambiente escuro por 16 horas e ao dansilado foi adicionado 100 μL de uma solução aquosa de prolina (100:1). Estes extratos foram deixados em repouso por mais 30 minutos. Em seguida, foi adicionado 500 μL de tolueno e os tubos agitados por 1 minuto. Após a separação das fases, a parte superior orgânica foi coletada e uma alíquota de 40 μL foi aplicada com seringa de 50 μL (Hamilton) nas placas de sílica.

Separações das amins: foram realizadas através de cromatografia de camada delgada em placas de vidro (20 x 20 cm) recobertas por sílica Gel 60G (0,25 micras) (Merck). A fase móvel utilizada foi clorofórmio: trietilamina (150:20) e o sistema conduzido em cubas de vidro fechadas para saturação do meio. A separação foi acompanhada com luz UV (254 nm). As amostras foram quantificadas por espectroscopia de emissão de fluorescência (excitação em 350 nm e medida de emissão a 495 nm) no *Vídeo Documentation System* acoplado ao *Software Image Master*, versão 2.0 (AMERSHAM PHARMACIA BIOTECH, 1995, 1996).

Quantificação: foi feita com o auxílio dos padrões de putrescina, espermidina e espermina (ambos Sigma-Aldrich), aplicados junto com as amostras por comparações das áreas dos padrões. Os teores de poliaminas livres foram expressos em $\mu\text{g g}^{-1}$ de matéria fresca.

3.6.6 Peroxidase

Amostras de manga foram pesadas e analisadas individualmente. A polpa foi homogeneizada em 5 mL de tampão fosfato 0,2N pH 6,8 e centrifugada a 1200 xg, por 10 minutos a 4°C, obtendo-se desta maneira o extrato bruto, no qual foi determinada a atividade da peroxidase através de espectrofotometria (LIMA et al., 1999). Os resultados foram expressos em $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ decomposto $\text{min}^{-1} \text{mg}^{-1}$ de proteína.

3.6.7 Atividade da ascorbato peroxidase

Foi utilizada a metodologia de Nakano e Asada (1981). A mistura da reação consistiu de 650 μL de tampão fosfato de Potássio 80 mM pH 7,0. Ascorbato (5mM), 100 μL EDTA (1mM) e 100 μL peróxido de hidrogênio (1mM). A reação foi iniciada com a adição de 50 μL do extrato vegetal. A atividade foi determinada seguindo-se a decomposição de peróxido de hidrogênio por 1 min, por alterações na absorbância a 290 nm.

$$[\text{atividade de APX}] = \frac{[\text{Leitura (Abs)} \times \text{coef.ext}] \times 60}{[\text{Teor de prot}]} = (\mu\text{mol/min/mg prot})$$

3.7 AVALIAÇÕES DO EXPERIMENTO III

3.7.1. Flavonoides totais

As análises de flavonoides totais foi realizada de acordo com as metodologias descritas por Awad et al. (2000) e Santos e Blatt. (1998). As amostras foram

pulverizadas em nitrogênio líquido antes da pesagem, para aumentar a área de superfície, e com isso facilitar a extração destes metabólitos. Os flavonoides foram extraídos com 4 mL de uma solução de metanol em ácido acético a 10% (85:15, ambas v:v). O extrato foi homogeneizado manualmente e submetido ao banho de ultra-som por uma hora, e em seguida, centrifugados durante 20 minutos a 10.000 rpm. Ao sobrenadante coletado, foi adicionado 1 mL de uma solução de cloreto de alumínio 5% em MeOH (peso:volume), segundo modificações feitas por Santos e Blatt. (1998). A quantificação dos flavonoides totais foi feita pelo método do padrão externo, usando rutina (Sigma-Aldrich) como referência. Os teores foram calculados por regressão linear obtido pela equação da reta de calibração de quercetina, construída nas mesmas condições das amostras e em um $\lambda_{\text{máximo}}$ de 425 nm. Os valores foram expressos em mg/100 g⁻¹ de peso fresco.

3.7.2 Compostos fenólicos

Para realização das análises de fenóis, foram realizados dois métodos de extração com acetona 100% e metanol a 50%, utilizando o método Folin–Ciocalteu.

Método I - Para a extração utilizando acetona 50%, como extrator as amostras pulverizadas em nitrogênio líquido. E em seguida, pesadas aproximadamente 500mg, de tecido em triplicata, e colocadas em tubos de centrífuga contendo 5 mL de acetona 50%. Após 20 minutos em banho ultra-sônico, as amostras foram centrifugadas a 5.000 rpm por 10 minutos e o sobrenadante recolhido em frasco escuro e armazenado em geladeira. O precipitado foi re-extraído e os sobrenadantes combinados com o da primeira extração. A reação foi conduzida em temperatura ambiente com 0,1 mL do sobrenadante, adicionado de 0,5 mL do reagente de Folin, já pronto (Sigma-Aldrich), e 2,5 mL de uma solução saturada de Na₂CO₃ a 20%. Após uma hora de reação (completa precipitação do carbonato), a absorbância das amostras foram medidas em espectrofotômetro ($\lambda=765$ nm) e os resultados foram expressos em ácido gálico, equivalentes mg-100g⁻¹ de peso fresco (HORWITZ, 1995).

Método II - Para a extração utilizando o metanol 100%, foram utilizadas amostras liofilizadas, após pesagem de cada vegetal ($\pm$ 500mg) em triplicata, foi adicionado 20mL de metanol 100% e a mistura foi homogeneizada, utilizando um ultra- turrax

(IKA, modelo T18 basic), por 20". As amostras foram filtradas em papel Whatmann nº.1. E com o filtrado preparou-se a reação conduzida em temperatura ambiente. Do sobrenadante, foi retirado 1 mL adicionado a 1 mL do reagente Folin, (Sigma-Aldrich) e 2 mL da solução de Na_2CO_3 a 7,5%. Após duas horas de reação (completa precipitação do carbonato), as absorbâncias das amostras foram medidas em espectrofotômetro ($\lambda=765$ nm) e os resultados foram expressos em ácido gálico equivalentes mg de ácido gálico 100g^{-1} de peso seco (PICCINELLI et al., 2004; WU et al., 2004).

3.7.3 Determinação da Atividade Antioxidante

Para a determinação da atividade antioxidante por meio da redução do ferro (FRAP), foi utilizada a metodologia descrita por Kukic et al. (2008), com algumas modificações. Esta se baseia na medida direta da habilidade dos antioxidantes (redutores) da amostra em reduzir, em meio ácido (pH 3,6), o complexo Fe^{3+} /tripiridiltriazina (TPTZ), para formar Fe^{2+} , de intensa cor azul e absorção máxima a 593 nm. O reagente FRAP foi preparado no momento da análise, através da mistura de 25 ml de tampão acetato (300 mM, pH 3,6), 2,5ml de solução TPTZ (10mM TPTZ em 40 mM HCl) e 2,5ml de FeCl_3 (20mM) em solução aquosa. Uma alíquota de 100 μl de extrato foi adicionado a 3 ml do reagente FRAP e incubado a 37°C em banho-maria por 30 minutos. As absorbâncias foram medidas após esse tempo e o espectrofotômetro foi zerado com a solução FRAP. A curva de calibração foi feita com sulfato ferroso (100-2000 μM) e os resultados foram expressos em mg de Fe^{2+} E peso seco.

3.7.4 Aminoxidase

A determinação da atividade enzimática da aminoxidase foi realizada por espectrofotometria com uma cubeta especial conectada a um banho-maria mantido a 37 °C de acordo o método proposto por Stevanato et al. (1990).

O meio de reação foi composto por um tampão HEPES (20 μM pH 7,5), 3 mM de 4-aminoantipirina, 3 mM de N, N-dimetilanilina, ao qual foi adicionado 0,4 μM

de peroxidase (HRPx), 100 μL de amostra e 20 μL de amino oxidase de soro bovino 7,2 μM . O procedimento experimental inclui a medida da variação de absorbância a 555 nm ao longo de 15'.

A mudança de absorção total, de acordo com a lei de Lambert-Beer, fornece a concentração de amina da amostra em μM de aminas em peso fresco.

3.7.5 Carotenoides

A extração dos carotenoides totais foi realizada na matéria fresca segundo o método validado por Sims e Gamon (2002). A quantidade de material foi adaptada de acordo com as características do vegetal. As amostras pulverizadas e pesadas foram homogeneizadas em ultra-turrax (IKA, modelo T18 basic), com 3 mL de uma solução gelada de acetona/Tris-HCl (80:20, 0,2M v:v, pH 7,8), durante 1'. As extrações foram protegidas da luz. Após centrifugação a 2000 rpm por 5', o sobrenadante foi imediatamente conduzido para leitura em espectrofotômetro UV/VIS (Amersham-Pharmacia-Biotech) na região do visível a 663 (clorofila a), 647 (clorofila b), 537 (antocianina) e 470 (carotenoides) nm. Os valores de absorbância foram convertidos em μg de carotenoides totais. g^{-1} com base nas fórmulas deduzidas pelos autores:

$$\text{Carotenoides } (\mu\text{mol. mL}^{-1}) = \{A_{470} - [17,1 \cdot (A_{647} + A_{663})] - 9,479 \cdot A_{537}\} / 119,26$$

$$\text{Clorofila a } (\mu\text{mol. mL}^{-1}) = 0,01373(A_{663}) - 0,000897(A_{537}) - 0,003046(A_{647})$$

$$\text{Clorofila b } (\mu\text{mol. mL}^{-1}) = 0,02405(A_{647}) - 0,004305(A_{537}) - 0,005507(A_{663})$$

3.7.6 Vitamina C

O conteúdo de vitamina C total foi determinado pelo método B dell'ISSO 6557, por titulação com DCFI - 2,6 diclorofenolindofenol a 0,01N, e extração com xileno.

Para a extração, foi preparada uma solução tampão acetato de sódio - ácido acético pH 4,0, pesou aproximadamente 5 g de amostras liofilizadas adicionou-se 20 mL da solução tampão homogeneizando em ultra-turrax (IKA, modelo T18 basic) por 20".

Posteriormente, as amostras foram filtradas em papel Whatmann nº. 1. Para a reação, foi retirado 1mL do extrato, adicionou-se 5 mL de DCFI a 0,01N, agitou-se manualmente por alguns segundos, e em seguida, adicionou-se 10 mL de xileno, após nova agitação manual, seguida de agitação mecânica, o material foi centrifugado por 5 minutos a 5000rpm. Após a separação de fases, retirou-se uma alíquota da primeira fase para realização das leituras em espectrofotômetro a ($\lambda=500$ nm) e os resultados foram expressos em mL de ácido ascórbico 100 mL^{-1} de peso seco.

3.8 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados foram submetidos à análise de variância por meio do programa SISVAR. As médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey, adotando-se o nível de significância de 5%. Para a descrição das variáveis em função dos períodos de armazenamento, foram feitas análises de regressão e os modelos polinomiais foram selecionados, observando-se a significância do teste F para cada modelo e seus respectivos coeficientes de determinação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 EXPERIMENTO I. ARMAZENAMENTO DE MANGA ‘TOMMY ATKINS’ EM TEMPERATURA AMBIENTE E REFRIGERADA, SUBMETIDAS A DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE 1-MCP

4.1.1 Perda de massa

Houve efeito significativo entre os fatores estudados em relação à perda de massa. Observou-se aumento significativo ao longo do armazenamento e, provavelmente, a perda de massa foi influenciada pelos fatores tempo de armazenamento e concentração de 1-MCP (Figura 3). Uma perda de massa significativa pode representar redução de perdas no volume comercializado, uma vez que se utiliza a massa como referência nas operações de venda.

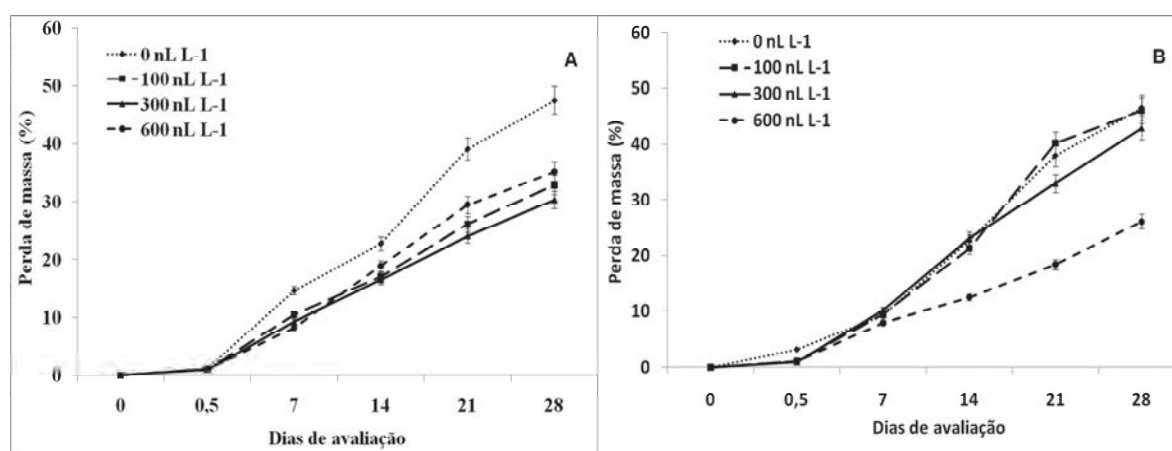


Figura 3 - Perda de massa (%) em manga ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes concentrações de 1-MCP, armazenamento a 25°C e umidade relativa de 75 ± 5% (A), armazenamento a 10°C e umidade relativa de 70 ± 5% (B) por 28 dias. Botucatu - SP, 2010.

A perda de massa com a concentração de 600 nL L⁻¹ de 1-MCP mostrou menor perda de massa em relação às demais concentrações a 10°C. Já no armazenamento a 25°C, os tratamentos com 1-MCP não diferiram entre si, diferindo do controle.

De acordo Doll Hojo (2005), a perda de massa observada não foi suficiente para causar murchamento ou comprometer a aparência externa dos frutos deste experimento, pois as condições de armazenamento, determinadas pelas temperaturas e umidade relativa, interferem diretamente sobre o metabolismo da fruta, restringindo ou favorecendo a perda de água.

Em manga ‘Tommy Atkins’ tratadas com 1-MCP nas concentrações 30, 120 e 240 nL L⁻¹ e armazenadas a 12°C por 21 dias, Cocozza (2004) observou redução da perda de massa nos frutos tratados. Para todas as concentrações, a perda de massa foi menor que o controle, sem diferenças estatísticas. Houve uma redução, em perda de massa, em quase 10%, em média (4,07%), em relação aos frutos controle (4,50%) nessa característica, semelhante ao encontrado neste experimento.

Outros trabalhos também descrevem a redução da perda de massa induzida pela aplicação de 1-MCP em manga ‘Tommy Atkins’, Lima et al. (2006) verificaram que concentrações de 600, 1.200 e 2.400 nL L⁻¹ reduziram a perda de massa em frutos acondicionados sob temperatura ambiente. O mesmo foi verificado por Silva et al. (2004) em manga ‘Espada’, ‘Jasmim’ e ‘Rosa’.

A perda de massa dos frutos é uma variável importante que está diretamente associada com a qualidade do fruto. Segundo Bem-Yehoshua (1985), um dos principais problemas durante o armazenamento de frutas e hortaliças é a perda de massa do fruto, devido ao processo de transpiração. A perda de água leva ao murchamento e amolecimento dos tecidos, tornando os frutos mais susceptíveis às deteriorações, bem como às alterações no sabor e aparência. Neste trabalho, observa-se que os tratamentos que receberam aplicação de 1-MCP obtiveram uma menor perda de massa no armazenamento a 25°C e a 10°C, apenas a concentração de 600 nL L⁻¹ diferiu das demais concentrações.

4.1.2 Firmeza

Houve interação significativa entre os fatores em estudo para firmeza, conforme pode ser observado na Figura 4. A concentração 600 nL L⁻¹ de 1-MCP promoveu menor perda da firmeza ao longo do período de avaliação. A firmeza da polpa é a variável

mais avaliada nos trabalhos sobre a ação do 1-MCP em frutos climatéricos. Neste estudo, a retenção da firmeza pelo 1-MCP foi observada no período entre o 14º e o 21º dia, registrando-se a maior diferença entre as concentrações ao 21º dia, para o tratamento na concentração 600 nL L⁻¹ demonstrando ser a mais eficiente entre as concentrações estudadas, tanto para o armazenamento a 25°C, bem como a 10°C.

Verificou-se que, ao longo do período de armazenamento, houve um decréscimo na firmeza para todos os tratamentos (Figura 4A e 4B), como consequência do avanço do processo natural de amadurecimento e senescência dos frutos.

Os resultados encontrados no presente estudo com manga estão de acordo com os encontrados por Jacomino et al. (2002b) para goiabas ‘Pedro Sato’, tratadas com 1-MCP e armazenadas em condições ambiente. Assim, a aplicação de 1-MCP foi importante para retenção da firmeza, pois frutos não tratados geralmente mostram uma diminuição da firmeza mais acentuada. Os frutos que receberam 1-MCP, provavelmente, perderam a capacidade de sintetizar novos sítios de ligação do etileno e/ou a produção de etileno nestes frutos foi insuficiente para desencadear a ativação de enzimas relacionadas à mudança de textura.

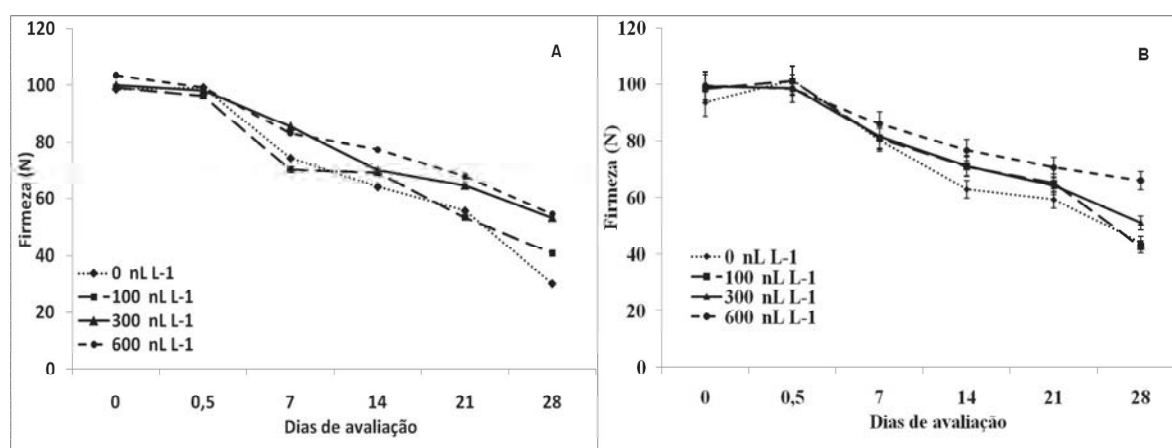


Figura 4 - Firmeza em (N) em manga ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes concentrações de 1-MCP, armazenamento a 25°C e umidade relativa de 75 ± 5% (A), armazenamento a 10°C e umidade relativa de 70 ± 5% (B) por 28 dias. Botucatu - SP, 2010.

Outros trabalhos também mostram a influência do 1-MCP na firmeza, como o estudo de Coccozza (2004), que observou que manga ‘Tommy Atkins’ tratadas com

80nL L⁻¹ de 1-MCP e armazenadas a 12°C por 21 dias apresentaram maior firmeza (79,9N) em relação aos demais tratamentos, independente do tempo de exposição.

Em alguns frutos climatéricos colhidos num estágio mais precoce, o 1-MCP foi mais efetivo, como reportado para goiaba vermelha na qual foram utilizadas concentrações de 120 e 240 nL L⁻¹ (JACOMINO, 2000) e pêssego tratado com 100 nL L⁻¹ (KLUGE et al., 2002), durante armazenamento em temperatura ambiente.

O atraso na perda de firmeza, resultante da ação do 1-MCP, é coerente com a hipótese de que o etileno desencadeia a atividade metabólica relacionada ao amaciamento, diminuindo seu efeito sobre as membranas celulares, sendo estas altamente sensíveis ao etileno (DONG et al., 2002; JEONG et al., 2002).

4.1.3 Sólidos Solúveis

Para a variável sólidos solúveis, verificou-se efeito significativo da interação entre os fatores estudados (Figura 5A e 5B).

Os frutos armazenados a 25°C apresentaram teores de SS maiores ao longo do armazenamento, em relação aos frutos armazenados a 10°C, os frutos do tratamento controle, na temperatura a 25°C aos 21º dia de avaliação, apresentaram valor de 14,02 °Brix, teor geralmente observado no amadurecimento normal em manga ‘Tommy Atkins’ (BRANDÃO et al., 2003).

Para os frutos do armazenados a 10°C, também houve um aumento linear SS, durante o período de avaliação, sendo observado um menor incremento para os frutos tratados com a concentração de 600 nL L⁻¹, não diferenciando da concentração 300 nL L⁻¹, porém, diferindo do controle e da concentrações de 100 nL L⁻¹, no armazenamento a 25°C, sob influência da aplicação de 1-MCP. Isto ocorre durante o amadurecimento, possivelmente, devido à hidrólise de substâncias insolúveis e ao aumento de açúcares, como observado ao 28º dia para o controle 13,91 °Brix e para o tratamento com a maior concentração de 1-MCP 10,70 °Brix (Figura 5A 5B).

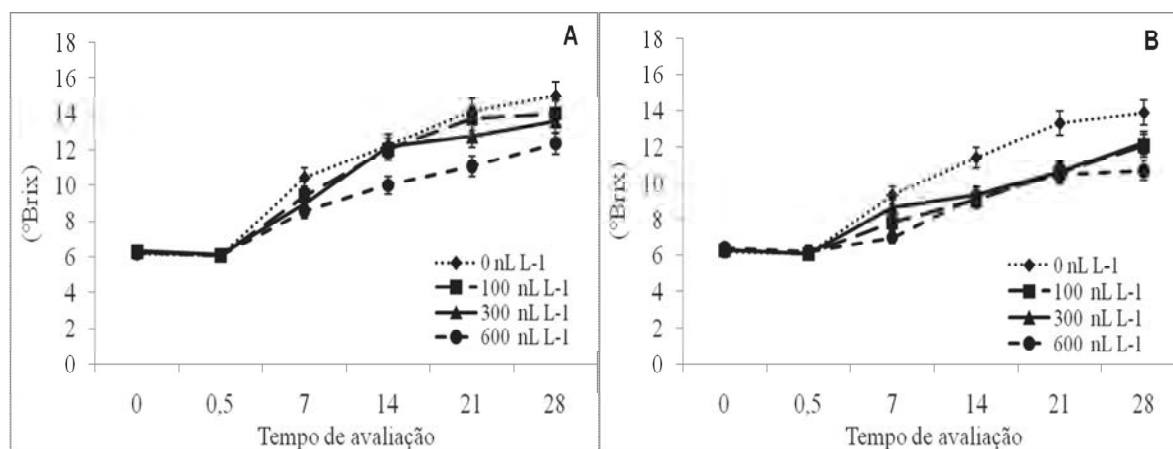


Figura 5 - Sólidos Solúveis (°Brix) em manga ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes concentrações de 1-MCP, armazenamento a 25°C e umidade relativa de 75 ± 5% (A), armazenamento a 10°C e umidade relativa de 70 ± 5% (B) por 28 dias. Botucatu - SP, 2010.

No 28º dia, os frutos de todos os tratamentos estavam viáveis para o consumo *in natura*, mesmo os frutos da concentração de 600 nL L⁻¹ que, ao 28º dia de avaliação, apresentaram valor de SS de 10,70 °Brix no armazenamento a 10°C, em que as aplicações de 1-MCP resultaram em valores de SS, menores do que no armazenamento a 25°C.

Em manga ‘Kensington Pride’ e ‘Kent’, Hofman et al. (2001) e Garcia Estrada et al. (2001), respectivamente, não observaram influência do 1-MCP sobre essa característica, sugerindo que o aumento SS não é influenciado pelo seu antagonista, ou seja, o etileno. O mesmo comportamento foi verificado em maçã (RUPASINGHE et al., 2000), tomate (MORETTI et al., 2001) e mamão (JACOMINO et al., 2002a).

4.1.4 Acidez Total Titulável e pH

A aplicação de 1-MCP não promoveu alterações nos valores da AT (Figura 6), tanto no armazenados a 25°C quanto no armazenamento a 10°C.

Outros trabalhos também relatam que o 1-MCP não afeta a AT, como relatado por Hofman et al. (2001) em manga ‘Kensington Pride’, o que corrobora com os resultados obtidos no estudo atual. Contudo, é importante destacar que as respostas dessas características à aplicação de 1-MCP são muito variáveis e, dependendo da espécie ou cultivar,

podem ser verificados resultados distintos (BLANKENSHIP; DOLE, 2003).

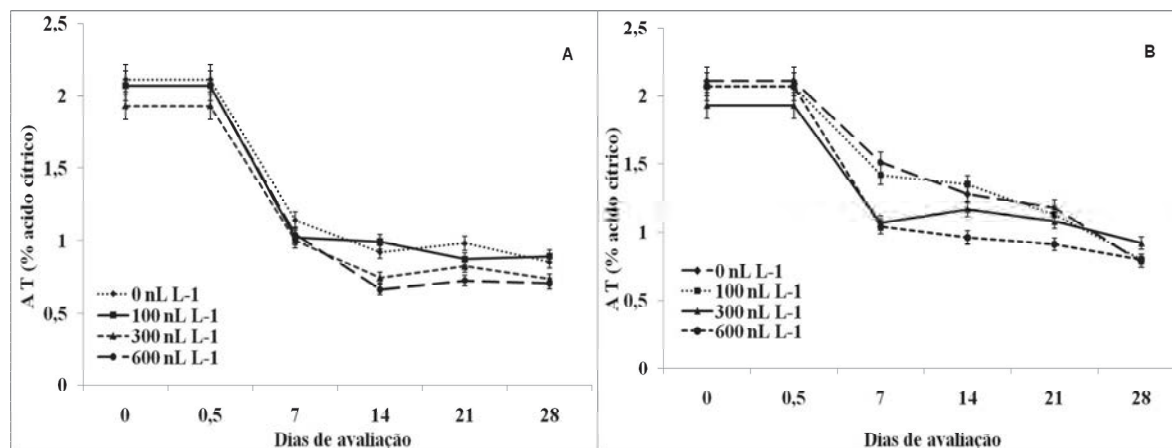


Figura 6 - Acidez titulável (% de ácido cítrico) em manga ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes concentrações de 1-MCP, armazenamento a 25°C e umidade relativa de 75 ± 5% (A), armazenamento a 10°C e umidade relativa de 70 ± 5% (B) por 28 dias. Botucatu - SP, 2010.

4.1.5 pH

O fator tempo influenciou o pH, induzindo aumento ao final do armazenamento. Ocorreu também interação entre as concentrações de 1-MCP e tempo de armazenamento, de modo que em todas as concentrações de 1-MCP aplicadas ocorreu aumento nos valores de pH no final do período estudado (Figura 7A e 7B).

Os menores valores de pH foram encontrados nos frutos com a concentração de 600 nL L⁻¹, os quais diferiram das demais concentrações. Na segunda semana de armazenamento, 14º dia de avaliação, os frutos que receberam a concentração de 600 nL L⁻¹ exibiram os mais baixos valores, em ambos os armazenamentos em estudo.

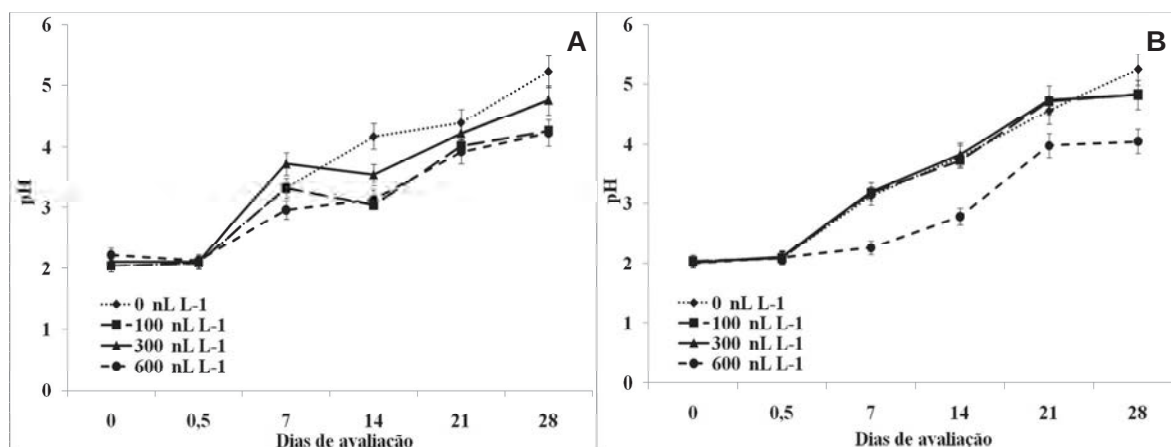


Figura 7 - Potencial Hidrogeniônico (pH) em manga ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes concentrações de 1-MCP, armazenamento a 25°C e umidade relativa de 75 ± 5% (A), armazenamento a 10°C e umidade relativa de 70 ± 5% (B) por 28 dias. Botucatu - SP, 2010.

Durante o amadurecimento de frutos, nota-se um aumento no pH e um decréscimo na acidez (MEDLICOTT et al., 1986). Tendência similar foi observada em manga ‘Tommy Atkins’ (MORAIS et al., 2002), e em manga ‘Palmer’ (MEGALE, 2002).

4.1.6 Relação sólidos solúveis e acidez titulável (*Ratio*)

Houve aumento na relação SS/AT para todos os tratamentos, porém, em velocidade bem menor para os frutos tratados com 1-MCP em ambos os armazenamentos, o que pode ser atribuído pelas oscilações nos teores de acidez titulável.

A Figura (8A e 8B) apresenta os valores médios da SS/AT dos frutos, ao longo do armazenamento, submetidos aos diferentes tratamentos e temperaturas. Os tratamentos que receberam o 1-MCP apresentaram comportamento semelhante com o aumento da relação SS/AT, durante todo o período de armazenamento. Nos frutos controle, essa relação foi maior, tanto no armazenamento a 25°C, como no armazenamento a 10°C, o que pode ser devido ao metabolismo desses frutos estarem mais acelerado, ou seja, eles podem estar utilizando os açúcares na respiração.

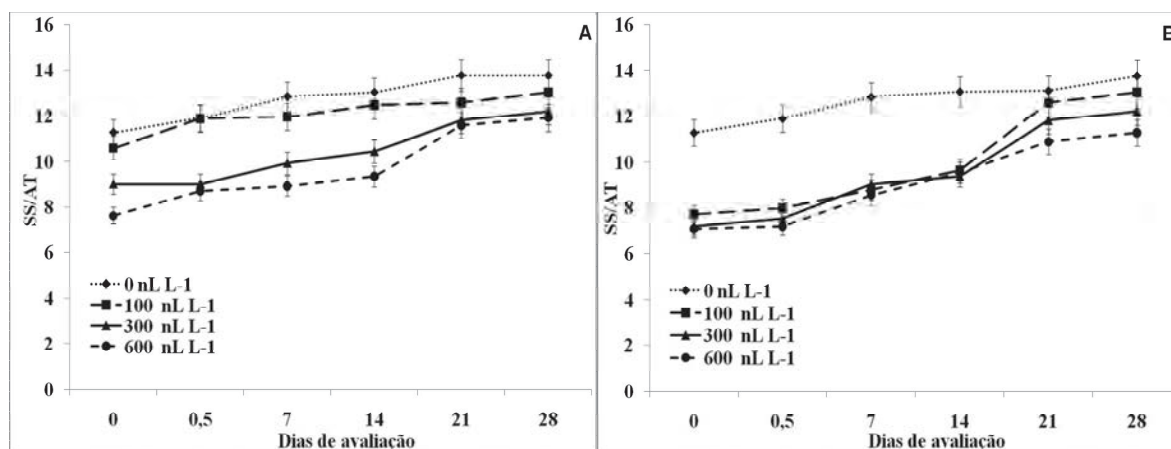


Figura 8 - Relação entre Sólidos Solúveis e Acidez Titulável em manga ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes concentrações de 1-MCP, armazenamento a 25°C e umidade relativa de 75 ± 5% (A), armazenamento a 10°C e umidade relativa de 70 ± 5% (B) por 28 dias. Botucatu - SP, 2010.

A relação SS/AT é um dos índices mais utilizados para a determinação da maturação e da palatabilidade dos frutos. Chitarra e Chitarra (2005) relatam que o equilíbrio entre os ácidos orgânicos e açúcares é muito importante na avaliação do sabor dos frutos. Assim, no presente trabalho, observou-se que o 1-MCP retardou o amadurecimento dos frutos para essa relação, comparados ao controle, devido à tendência de menores valores na relação SS/AT em ambos os armazenamentos em estudo.

Cocoza (2004) observou que não houve influência dos tratamentos de 1-MCP em manga ‘Tommy Atkins’ para esta característica. Entretanto, com banana, ocorreu comportamento contrário, tendo sido observados valores maiores na relação SS/AT para os frutos tratados com 1-MCP (SALES, 2002), o que difere dos resultados do presente estudo. Os frutos dos tratamentos com 1-MCP obtiveram menores relação SS/AT diferindo do tratamento controle.

A quantificação da relação entre o teor de sólidos solúveis totais e a acidez titulável está relacionada com o balanço entre açúcares e ácidos presentes na fruta, sendo importante indicativo do sabor. Ao se estabelecer essa relação, deve-se ter cuidado pelo fato de que algumas frutas, contendo baixos teores de ácidos e sólidos solúveis totais, apresentam elevadas relações SS/AT, o que pode conduzir a interpretações erradas a respeito da qualidade comestível (KLUGE et al., 2002).

De maneira geral, os valores absolutos da relação SS/AT tendem a aumentar durante o amadurecimento dos frutos, a relação aumenta com o amadurecimento devido ao decréscimo na AT, fato que permite uma relação elevada, em frutas contendo baixo teor de SS. Do mesmo modo, se o teor de SS for superior a 9%, pode apresentar uma relação menor que 10:1, ou seja: laranjas com 11% de SS podem apresentar relação 9:1, adequada ao paladar do consumidor. A relação SS/AT é mais representativa que a medição isolada de açúcares ou da acidez, pois essa relação dá uma boa ideia do equilíbrio entre esses dois componentes (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

4.1.7 Vitamina C

O teor de vitamina C em manga ‘Tommy Atkins’ foi influenciado sob efeito de 1-MCP, nos quais esses teores apresentaram-se maiores em relação à testemunha. (Figura 9).

Os teores de vitamina C variaram de 39 a 51,29 mg de ácido ascórbico-100g⁻¹ de polpa para os tratamentos controle e na concentração de 600 nL.L⁻¹, respectivamente, no armazenamento a 25°C. Para o armazenamento a 10°C, os teores de vitamina C variaram de 46,39 e 69,34 mg de ácido ascórbico-100g⁻¹ de polpa para os tratamentos controle e concentração de 600 nL.L⁻¹, respectivamente (Figura 9A e 9B), semelhante ao observado para a outra temperatura estudada. Os tratamentos nas concentrações de 300 nL L⁻¹ e 600 nL L⁻¹ diferiram significativamente entre os demais tratamentos no período de avaliação e entre as temperaturas.

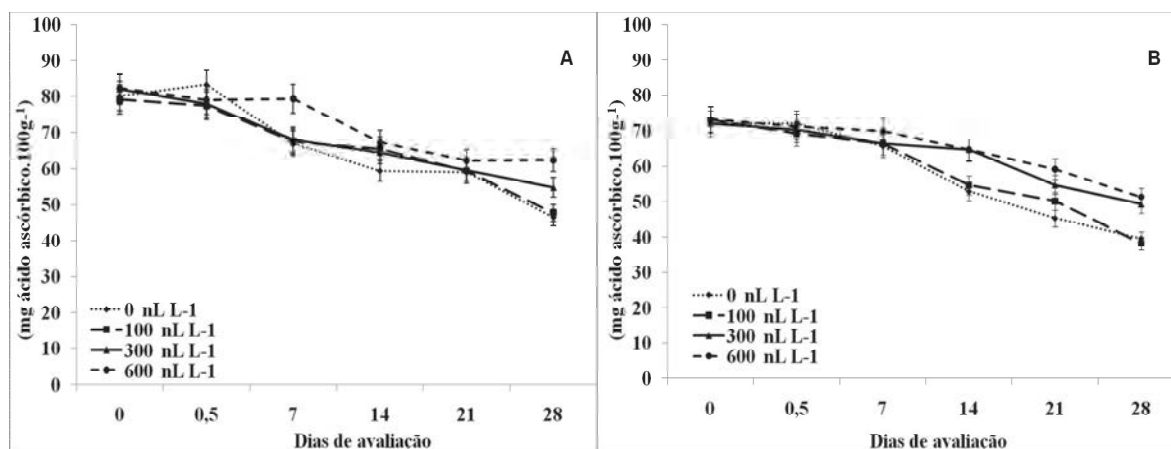


Figura 9 - Vitamina C (mg de ácido ascórbico.100g⁻¹ de peso fresco) em manga ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes concentrações de 1-MCP, armazenamento a 25°C e umidade relativa de 75 ± 5% (A), armazenamento a 10°C e umidade relativa de 70 ± 5% (B) por 28 dias. Botucatu - SP, 2010.

Cocoza (2004), avaliando manga ‘Tommy Atkins’, notou que os teores de vitamina C foram maiores nos frutos sob efeito de 1-MCP, em relação à testemunha até os 20 dias de armazenamento refrigerado (38,32mg 100g⁻¹ polpa), com destaque para a concentração de 100nL L⁻¹. O mesmo autor também supôs que o fato do 1-MCP ter reduzido a produção de CO₂ pode sinalizar um maior acúmulo de glicose utilizada na respiração do fruto, favorecendo a síntese do ácido ascórbico. Esses dados vem corroborar com os resultados obtidos no presente estudo, também com manga ‘Tommy Atkins’. Os frutos sob efeito de 1-MCP obtiveram maior teor de vitamina C, diferindo da testemunha, destacando os tratamentos com as concentrações de 300 nL L⁻¹ e 600 nL L⁻¹ no armazenamento a 25°C e a 10°C.

Segundo Botrel (1994), em manga, há variações quanto ao teor de vitamina C, desde 5 a 178mg 100g⁻¹ de polpa. O solo, o clima, o regime pluvial, o grau de maturação e a temperatura de armazenamento influenciaram na composição vitamínica dos frutos.

A determinação do conteúdo de vitamina C em vegetais é muito importante, pois além de seu papel fundamental na nutrição humana, sua degradação pode favorecer o escurecimento não enzimático e causar aparecimento de sabor estranho. Além disso, o ácido ascórbico é um importante indicador, pois sendo a vitamina menos termoestável, sua presença no alimento indica que, provavelmente, os demais nutrientes também estão sendo preservados (CARDELLO et al., 1998).

4.1.8 Açúcares solúveis totais (AST), açúcares redutores (AR)

Houve efeito significativo entre os fatores estudados sobre os valores de açúcares solúveis totais e açúcares redutores (Figura 10A e B; 11A e B).

Durante o período de armazenamento, notou-se aumento nos teores de açúcares solúveis totais para os tratamentos em estudo, entretanto, esse efeito foi mais acentuado nos frutos do tratamento controle, em ambos os armazenamentos, indicando que, provavelmente, o metabolismo de degradação de amido foi mais acelerado do que nos frutos sob efeito do 1-MCP. Isto pode ser confirmado pelos resultados comparando-se os frutos submetidos à concentração de 600 nL L⁻¹, que apresentaram a menor porcentagem de açúcares solúveis totais no final de armazenamento (7,58% e 6,84 %), para os armazenamentos a 25°C e a 10°C, respectivamente, em relação aos frutos do tratamento controle que apresentaram a maior porcentagem de açúcares solúveis totais (11,38% e 8,78 %), para os armazenamentos a 25°C e a 10°C, respectivamente.

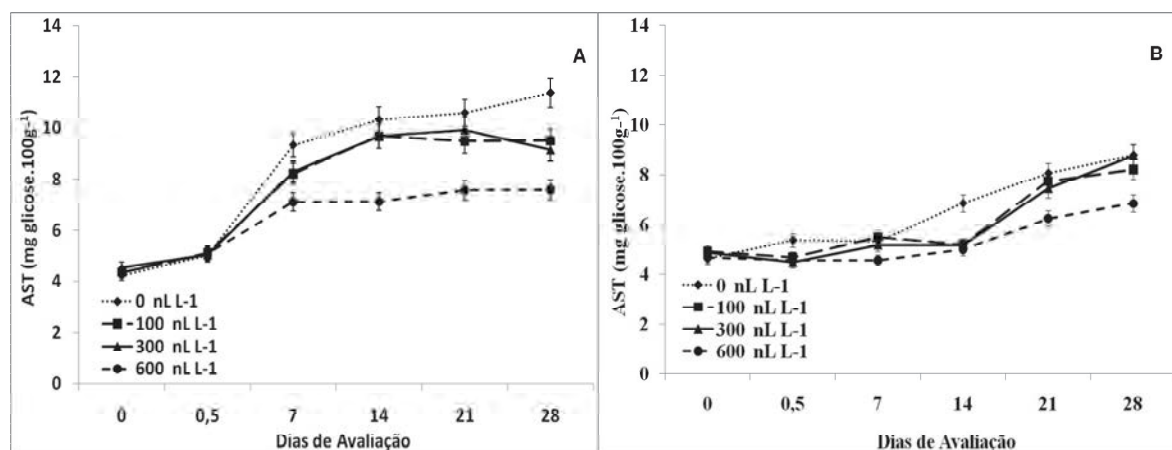


Figura 10 - Açúcares solúveis totais (AST) em manga 'Tommy Atkins' submetidas a diferentes concentrações de 1-MCP, armazenamento a 25°C e umidade relativa de 75 ± 5% (A), armazenamento a 10°C e umidade relativa de 70 ± 5% (B) por 28 dias. Botucatu - SP, 2010.

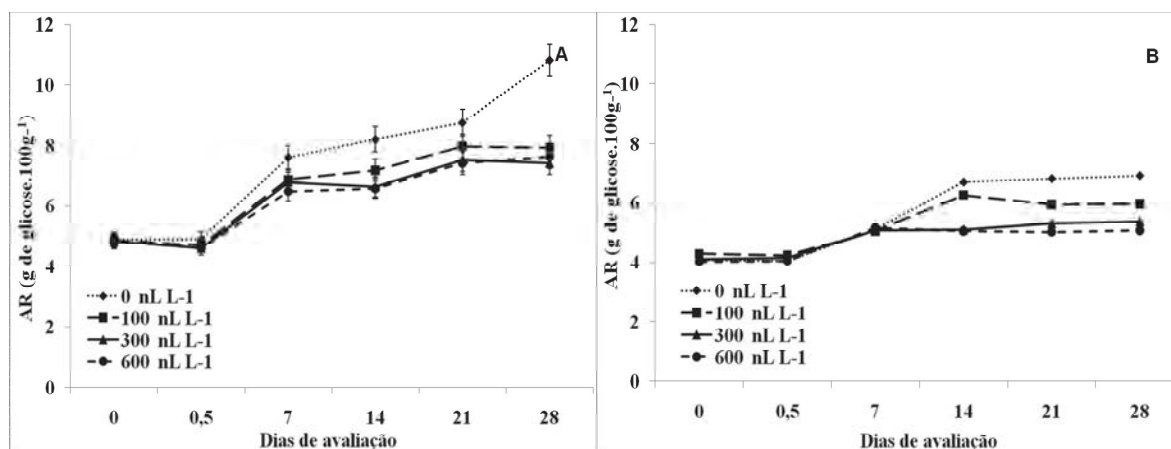


Figura 11 - Açúcares redutores (AR) em manga ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes concentrações de 1-MCP (A), armazenamento a 25°C e umidade relativa de $75 \pm 5\%$ (B), armazenamento a 10°C e umidade relativa de $70 \pm 5\%$ por 28 dias. Botucatu - SP, 2010.

O aumento de açúcares solúveis totais, geralmente, ocorre em frutos durante a fase de amadurecimento, como foi verificado em manga ‘Amrapali’ (SINGH et al., 1998) e manga ‘Tommy Atkins’ (De SOUSA et al., 2002; COCOZZA, 2003), independentemente dos tratamentos com 1-MCP.

De acordo com Bernades Silva et al. (2004), avaliando a evolução dos açúcares solúveis durante o desenvolvimento e o amadurecimento de manga, notaram que as cultivares ‘Tommy Atkins’ e Haden apresentaram o maior acúmulo, cerca de 12 e 10%, enquanto as cultivares Van Dyke e Palmer foram as que menos acumularam, cerca de 7,30% e 9,79%, respectivamente.

Pelos resultados deste trabalho, nota-se que quanto maior a concentração de 1-MCP, menor o teor de açúcares totais solúveis em manga ‘Tommy Atkins’, em ambos armazenamentos em estudo. Lima et al. (2004) descrevem que os teores de açúcares solúveis totais (AST) aumentaram a uma taxa semelhante durante o armazenamento, sem que fossem influenciados pelos tratamentos pós-colheita com cera e 1-MCP, em graviola.

O conteúdo dos açúcares redutores mostrou tendência de aumento ao longo do processo de amadurecimento, sendo observado maior teor no tratamento controle no armazenamento a 25°C, no armazenamento a 10°C, observou-se menor incremento dos açúcares redutores, nos frutos sob efeito do 1-MCP, nos tratamentos com as concentrações de 300 nL L^{-1} e 600 nL L^{-1} , indicando, possivelmente, menor hidrólise de amido (Figura 11A e

11B).

Os teores de açúcares em manga variam em função de cultivares, condições nutricionais do solo, condições climáticas, estágio de maturação e temperatura de armazenamento. Os principais açúcares presentes são a glicose, frutose e sacarose (BERNARDES-SILVA, 2000).

Neste trabalho, a ação do 1-MCP pode ter diminuindo a atividade de enzimas hidrolíticas do amido, diminuindo, dessa forma, a concentração de açúcares. Isto pode ser observado nos teores de sólidos solúveis (Figura 5). Provavelmente, pode ter ocorrido alteração no estágio de amadurecimento dos frutos, já que, de acordo com Fonfria et al. (1999), um dos atributos do amadurecimento é o aumento da concentração de açúcares livres. Segundo Blankenship e Dole (2003) e Watkins (2006), apenas alguns trabalhos registram efeitos do 1-MCP na conversão do amido em açúcares, mas os resultados podem variar entre espécies, cultivares, condições de crescimento e estágio de maturação. De acordo com Lima et al. (2006), pode ocorrer uma inibição pelo 1-MCP na conversão de amido em açúcares livres, o que teria promovido menores valores desses carboidratos em alguns tratamentos.

O conteúdo de açúcares em bananas tratadas com 1-MCP, de acordo com Golding et al. (1998), também não mostraram alterações, não havendo, dessa forma, influência desse composto nos teores de carboidratos.

4.1.9 Compostos fenólicos

Em relação aos compostos fenólicos, no dia da colheita (dia 0) e após as 12h de aplicação do 1-MCP, não houve influência dos tratamentos. Entretanto, durante o armazenamento, os frutos de manga foram influenciados significativamente pelo tratamento com 1-MCP, sendo verificado nos frutos dos tratamentos controle e na concentração de 100 nL L⁻¹ maiores teores de compostos fenólicos, com posterior decréscimo a partir do 21º dia de avaliação no armazenamento a 25°C, (Figura 12A). Este decréscimo, pode estar associado ao acúmulo de açúcares que ocorre com o amadurecimento, resultando na perda de adstringência (AZIZ; YUSOF, 1994).

Resultados semelhantes foram observados em nêspas cv. Mogi (Geber, 2001), sendo observado um decréscimo de compostos fenólicos ao longo do armazenamento a 20°C.

Para os frutos dos tratamentos com as concentrações de 300 nL L⁻¹ e 600 nL L⁻¹, os níveis de compostos fenólicos estiveram constantes durante o período de avaliação, sendo observado um ligeiro aumento no 28º dia de avaliação no armazenamento a 10°C sem diferença estatística, sendo observado ao longo do período de avaliação uma preservação do teor de compostos fenólicos para esses tratamentos em ambos armazenamentos (Figura 12 A e B). Uma explicação para tal fato é que baixas temperaturas podem acionar o metabolismo fenilpropanoide através do aumento na atividade da enzima Fenilalanina amônioliase (PAL) (COUTURE et al., 1993).

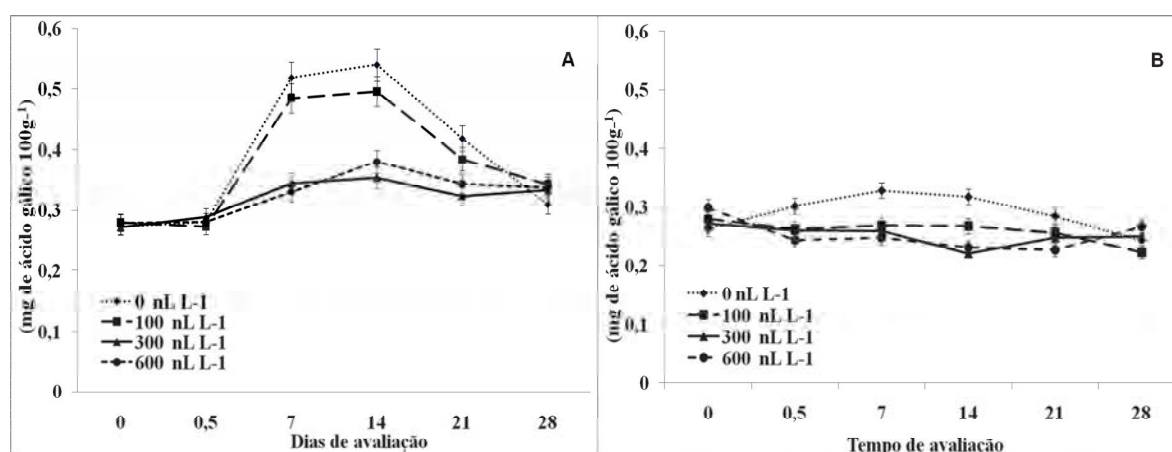


Figura 12 - Compostos fenólicos (mg de ácido gálico 100g⁻¹ em peso fresco) em manga 'Tommy Atkins' submetidas a diferentes concentrações de 1-MCP, armazenamento a 25°C e umidade relativa de 75 ± 5% (A), armazenamento a 10°C e umidade relativa de 70 ± 5% (B) por 28 dias. Botucatu - SP, 2010.

Com o decorrer do amadurecimento, observou-se decréscimo acentuado nos teores de compostos fenólicos a partir do 21º dia de avaliação, para os frutos dos tratamentos controle e na concentração de 100 nL L⁻¹ em ambos armazenamentos em estudo. O aumento do metabolismo secundário pode promover o aumento da síntese de compostos fenólicos, compensando a oxidação dos mesmos. Assim, um balanço entre síntese e oxidação de fenóis pode ter ocorrido no presente trabalho (BEER et al., 2003).

Leja et al. (2003), trabalhando com maçãs ‘Jonagold’ e ‘S’ampions’, relataram que os níveis de polifenóis totais, aumentavam no período de avaliação (37 dias a 16°C). Estes autores atribuíram o aumento nos níveis de polifenóis à ação do etileno que estimula a atividade da enzima fenilalanina amônialiasas, enzima chave na biossíntese e acumulação de compostos fenólicos (RITENOUR et al., 1995). Porém, outros autores (MAYR et al., 1995; AWAD et al., 2001) encontraram que dois dos polifenóis mais importantes, o ácido clorogênico e os flavonoides, diminuem durante a maturação dos frutos.

Um dos fatores que explica a diminuição dos teores dos polifenóis é que, durante a maturação dos frutos, há um aumento gradual na condensação dos fenólicos solúveis, tornando-os insolúveis por se ligarem fortemente a outros componentes celulares, não sendo, portanto, detectados (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

4.1.10 Flavonoides totais

De acordo dados apresentados nas Figura 13A e 13B, pode-se observar que os frutos do tratamento controle, mostraram maior teor de flavonoides, esses resultados foram observados tanto no armazenamento a 25°C como a 10°C. O uso do 1-MCP nas concentrações de 300 nL L⁻¹ e 600 nL L⁻¹ retardaram o amadurecimento dos frutos em ambos os armazenamentos, no qual foi observado um menor teor de flavonoides.

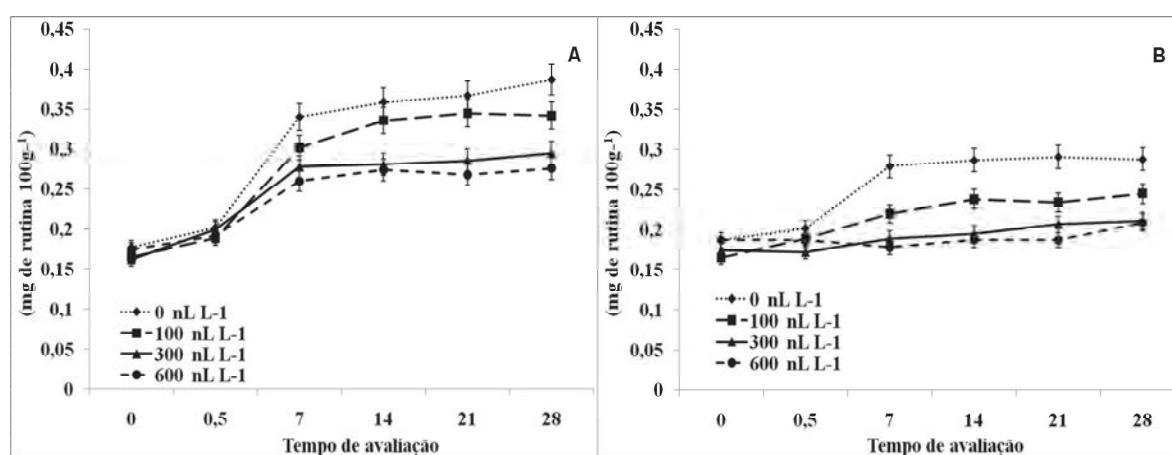


Figura 13 - Favonoides totais (mg de rutina 100g⁻¹ em peso fresco) em manga ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes concentrações de 1-MCP, armazenamento a 25°C e umidade relativa de 75 ± 5% (A), armazenamento a 10°C e umidade relativa de 70 ± 5% (B) por 28 dias. Botucatu - SP, 2010.

Lakshminarayana, et al. (1970) constataram que, durante o desenvolvimento da manga, o teor de flavonoides é mais elevado na casca do que na polpa, independentemente do estágio de desenvolvimento, sendo o ácido elágico o substrato predominante (PRABHA; PATWARDHAN, 1986).

Schieber et al. (2000) identificaram diversos flavonoides em frutos da *Mangifera indica* L., tais como: ácido gálico, elágico, m-digálico e m-trigálico, o galotanino, a quercetina, a isoquercetina, a mangiferina, achados, posteriormente confirmados, em sua maioria, por Saeed et al. (2002), em extratos de polpas de manga Alphonso, Kitchaner e Abu Samaka.

4.1.11 Carotenoides

Verificou-se interação significativa entre os fatores estudados para carotenoides. Ao longo do período experimental, os frutos do tratamento controle apresentaram os maiores teores de carotenoides no armazenamento a 25°C, assim com a 10°C (Figura 14A e 14B), seguido do tratamento com a concentração de 100 nL L⁻¹, diferindo dos frutos das concentrações de 300 nL L⁻¹ e 600 nL L⁻¹, os quais não diferiram entre si. O maior teor de carotenoides no estágio maduro é justificado pela síntese destes pigmentos que ocorre durante o seu amadurecimento, atingindo o valor máximo no fruto completamente maduro (TAIZ; ZEIGER, 2004), o que poderia explicar o maior conteúdo destes compostos nos frutos do tratamento controle.

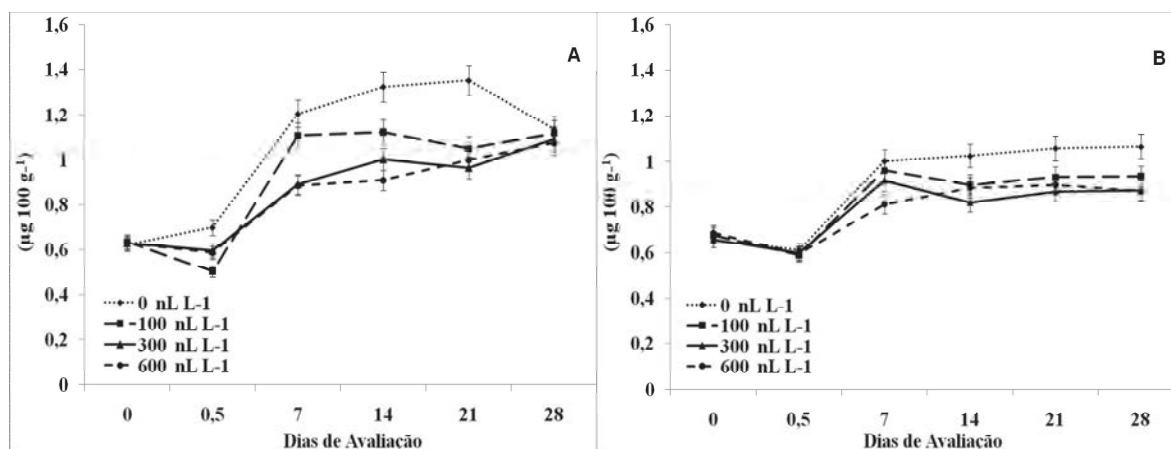


Figura 14 - Carotenoides totais em ($\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$) em manga ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes concentrações de 1-MCP, armazenamento a 25°C e umidade relativa de $75 \pm 5\%$ (A), armazenamento a 10°C e umidade relativa de $70 \pm 5\%$ (B) por 28 dias. Botucatu - SP, 2010.

Para os frutos que não receberam aplicação do 1-MCP, armazenados a 25°C, foi observado uma maior concentração até o 14º dia de avaliação, (Figura 14A). Após esta época, os conteúdos de carotenoides diminuíram nos tratamentos controle e na concentração de 100 nL L⁻¹, por outro lado, frutos com as concentrações 300 nL L⁻¹ e 600 nL L⁻¹ de 1-MCP, mostraram os conteúdos de carotenoides constantes até o 28º dia de avaliação no armazenamento a 25°C e a 10°C (Figura 14B).

O teor de carotenoides presentes na manga aumenta de acordo com o amadurecimento, conferindo a cor amarela do fruto maduro e, conseqüentemente, colaborando com o aumento da pró-vitamina A. Após esse período, ocorre um decréscimo do teor de carotenoides com o amadurecimento, podendo chegar até 50% de perdas do teor do fruto verde para um fruto maduro (MEDINA et al., 1981).

Moretti et al. (2001), estudando tomates ‘Santa Clara’ no estágio *breaker* (frutos verde claro), tratados com 1-MCP por 12 horas em quatro diferentes concentrações (0, 250, 500 e 1000 nL L⁻¹), mantidos em condições ambientais por 2 dias e então armazenados em câmaras frias a $20 \pm 1^\circ\text{C}$; UR de 85-95%, observaram que os frutos do tratamento controle, armazenados por 17 dias, mostraram incremento aproximadamente de 190% de carotenoides totais do que os frutos tratados com 1000 nL L⁻¹ de 1-MCP. Resultados quem vem corroborar com os do presente estudo nos quais os frutos do tratamento controle obtiveram maiores níveis de carotenoides.

4.1.12 Poliaminas

Os resultados das análises de poliaminas estão apresentados nas Figura 15, representadas por putrescina (Put), espermidina (Spd) e espermina (Spm), respectivamente.

Observa-se ligeiro aumento nos níveis de putrescina nos frutos armazenados a 25°C, no 14º dia de avaliação, para todos os tratamentos sem diferenças significativas. Ao longo do armazenamento, houve um decréscimo dos teores, nos quais o tratamento na concentração de 600 nL L⁻¹ manteve-se constante (Figura 15A). Já para os frutos armazenados a 10°C, esse aumento ocorreu no 7º dia de avaliação, diminuindo acentuadamente os níveis de putrescina para os frutos controle, em ambos os armazenamentos (Figura 15A e 15B). Esse resultado é coerente, pois, com a senescência dos frutos diminui o teor de poliaminas (BARRACHINA et al., 2000).

Em relação aos níveis de espermidina, foi observado um pico para ambos os tratamentos, no 21º dia de avaliação, com uma queda acentuada no 28º dia de avaliação, para todos os tratamentos, no armazenamento a 25°C, sem diferença significativa, enquanto que, no armazenamento a 10°C, houve também um pico no 21º dia de avaliação, nos quais os tratamentos nas concentrações de 300 nL L⁻¹ e 600 nL L⁻¹ diferiram dos tratamentos controle e da concentração de 100 nL L⁻¹.

Para o conteúdo de espermina, no armazenamento a 25°C, não houve variação ao longo do armazenamento, um pequeno pico após a aplicação do 1-MCP, mantendo-se constante até o final da avaliação para todos os tratamentos, sem diferença significativa (Figura 15E), já no armazenamento a 10°C, houve um pico no 14º e 21º dias de avaliação para todos os tratamentos sem diferença significativa (Figura 15F).

Diversos trabalhos têm demonstrado que ocorre diminuição nos teores de poliaminas com a senescência e atribuem este efeito à competição com etileno, por S-adenosilmetionina (SAM) (Boucherean et al., 1999) para formação de espermidina (Spd) e espermina (Spm).

Segundo Lee et al. (1997) as poliaminas alteram a produção de etileno

pela redução da atividade da síntase do ACC e da oxidase do ACC. Ao passo que, segundo Roustan et al. (1993), o etileno pode inibir a formação de poliaminas pela redução da atividade da descarboxilase da arginina e descarboxilase do SAM (SAMDC). Li e Wang (2004) observaram que somente em condições elevadas de estresse, há uma competição metabólica entre o etileno e poliaminas, sendo que nestas condições, há uma ativação da ADC (atividade da descarboxilase da arginina) e inibição da síntese da espermidina (AZIZ et al., 1997; MALMBERG, 1989), enquanto o etileno age como um promotor de senescência (PANDEY et al., 2000).

A exposição de nectarinas com 1-MCP, por 12h, induziu um ligeiro aumento, para os níveis de putrescina e espermina, em relação aos frutos controle, enquanto a espermidina foi menor. Para os frutos mantidos a 4°C, os níveis de putrescina diminuíram acentuadamente para os frutos controle e um ligeiro aumento para os frutos tratados com 1-MCP, sem diferença significativa. Já para os frutos controle, não houve variação no conteúdo de espermidina, havendo um aumento no nível de espermina para as frutas tratadas com 1-MCP até o final do tratamento (BREGOLI et al., 2005).

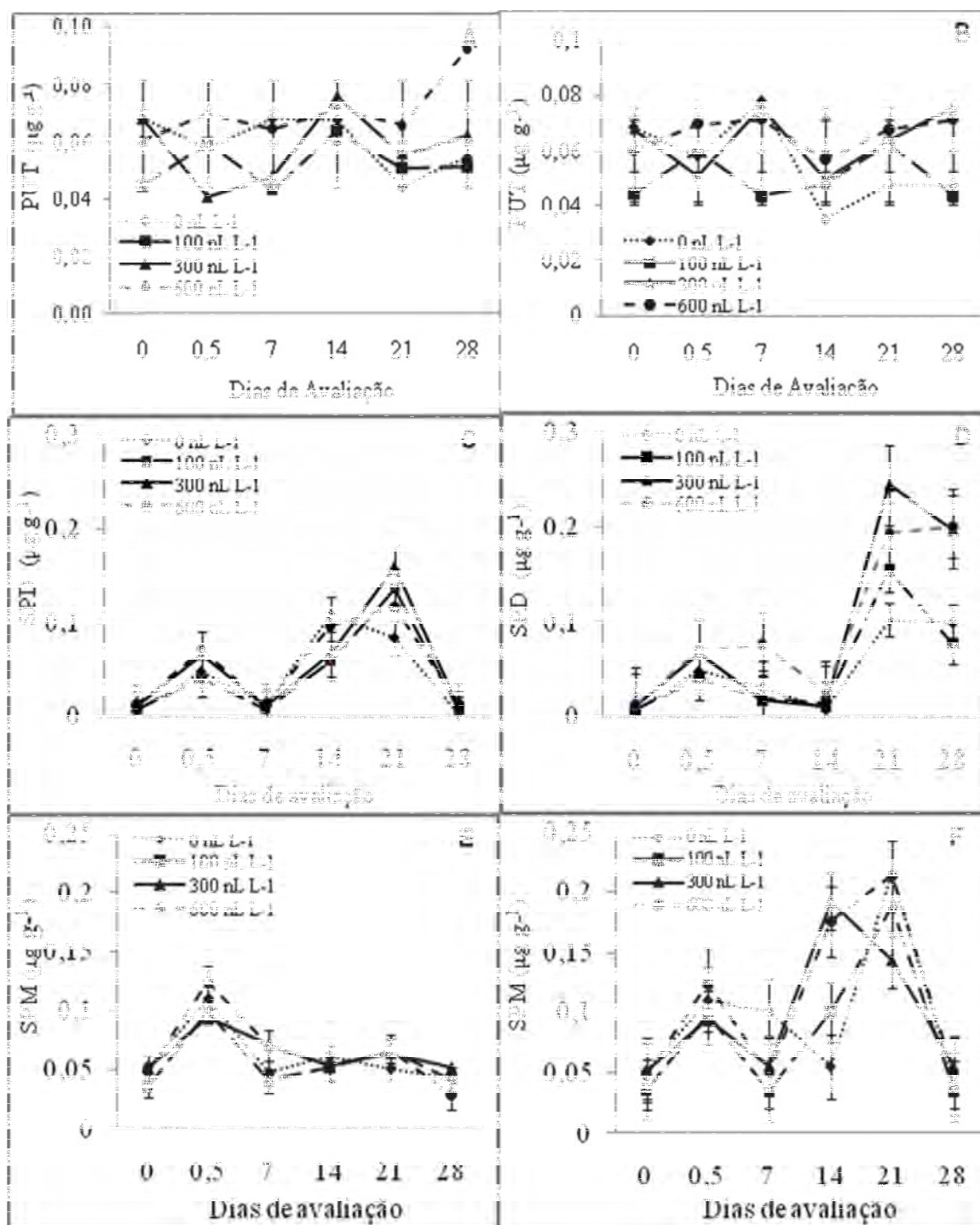


Figura 15 - Conteúdo de putrescina, espermidina e espermina ($\mu\text{g.g}^{-1}$ de peso fresco) em manga 'Tommy Atkins' submetidas a diferentes concentrações de 1-MCP (A, B e C), armazenamento a 25°C e umidade relativa de $75 \pm 5\%$ (D, E e F), armazenamento a 10°C e umidade relativa de $70 \pm 5\%$ por 28 dias. Botucatu - SP, 2010.

Neste trabalho, nota-se que a concentração de putrescina foi menor em relação às demais poliaminas analisadas. Em bananas “prata”, Adão e Glória (2005) não observaram alterações nos teores desta diamina durante os primeiros 21 dias de armazenamento a 16°C, porém, após este período, durante 14 dias, notaram diminuição da concentração de putrescina.

Embora não significativo, observa-se uma tendência de maiores valores das poliaminas, ao longo do armazenamento a 25°C e a 10°C, para os tratamentos com concentrações de 300nL L⁻¹ e 600nL L⁻¹. Isso caracteriza retardo da senescência, maior longevidade de vida de prateleira em relação aos outros tratamentos.

Resultados diferentes foram encontrados por Lima (1994), o qual observou predominância de putrescina em bananas “nanica”. As condições de armazenamento (umidade, temperatura, tratamentos com reguladores vegetais), a cultivar e o tempo de armazenamento pós-colheita têm sido descritos como alguns dos principais fatores que afetam a qualidade e/ou a quantidade das poliaminas nesta fruta (LIMA, 1994; ADÃO; GLÓRIA, 2005).

A relação entre poliaminas e etileno parece ser dependente da espécie vegetal, já que na literatura encontram-se resultados contraditórios (BREGOLI et al., 2005; PANG et al., 2006). Se uma interrelação competitiva estiver ocorrendo entre etileno e a biosíntese de poliaminas, seria esperado que os teores de poliaminas como espermidina e espermina mostrasse aumento logo após a aplicação de 1-MCP, o que não ocorreu. Resultado semelhante foi descrito por Pang et al. (2006) em maçãs. Uma possível razão para níveis maiores de espermidina e espermina em frutos tratados com 1-MCP, principalmente neste trabalho, com a maior concentração do produto, seria que mais SAM tenha sido canalizada para a biosíntese de SPD/SPM, quando a biosíntese de etileno foi inibida (PANG et al., 2006).

4.1.13 Peroxidase

A atividade da peroxidase mostrou tendência de decréscimo durante os períodos de avaliação em ambos os armazenamentos, sem influência dos tratamentos.

Através dos resultados (Figura 16A e 16B), pode ser verificado que as concentrações de 1-MCP promoveram menores atividade da enzima peroxidase. LIU et al. (2005) sugerem que o 1-metilciclopropeno reduz a ocorrência de podridões em frutos por meio do aumento na atividade das enzimas da classe das oxidoredutases, como fenilalanina amônialiase e peroxidase, as quais estão associadas ao mecanismo de defesa vegetal, contrário do observado neste trabalho, onde houve diminuição da atividade da peroxidase. De acordo com Souza et al. (2006), os produtos de manga amadurecidas naturalmente ou com etileno apresentaram maior atividade desta enzima, pois apresentam estágio mais avançado de amadurecimento. Geralmente, a atividade das enzimas é alterada com o início da senescência, em decorrência da desintegração das membranas das organelas (SILVA, 2000).

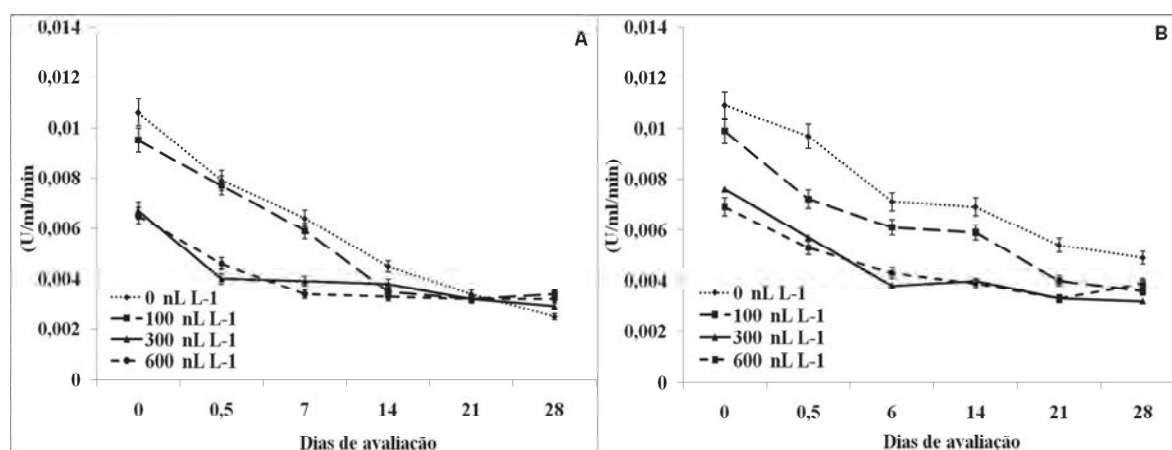


Figura 16 - Atividade da peroxidase (U/mL/min) em manga 'Tommy Atkins' submetidas a diferentes concentrações de 1-MCP (A), armazenamento a 25°C e umidade relativa de 75 ± 5% (B), armazenamento a 10°C e umidade relativa de 70 ± 5% por 28 dias. Botucatu - SP, 2010.

Os frutos do tratamento controle apresentaram maior atividade da POD ao longo do armazenamento para ambos os armazenamentos (Figura 16A e 16B). De acordo com Lima et al. (1999), essas enzimas estão relacionadas com diversos tipos de estresse e senescência de tecidos vegetais, o que pode explicar o aumento encontrado nestas épocas de análise.

Tian et al. (2000), estudando o 1-MCP em morangos, relatam que houve um aumento da atividade de SOD, que foi acompanhado aumento do nível da atividade de POD no final do estágio de armazenamento, provavelmente, por que o H₂O₂, produzido pela atividade do SOD, foi metabolizado e o estresse oxidativo compensado. Neste

trabalho, o sistema de defesa antioxidativa enzimática, encontrado em frutas tratadas com 1-MCP, pode ter sido responsável pela melhora na conservação, comparando com frutas controle, desde que elas foram mais protegidas contra o dano oxidativo causado pela geração espontânea de radicais durante o armazenamento.

4.2 EXPERIMENTO II. APLICAÇÃO DE 1- MCP EM MANGA ‘TOMMY ATKINS’ SOB ATMOSFERA MODIFICADA E REFRIGERAÇÃO

4.2.1 Perda de massa

Verificou-se efeito significativo da interação entre embalagem e concentrações de 1-MCP dentro do tempo de armazenamento para perda de massa. Houve aumento na perda de massa com o tempo de armazenamento em todos os tratamentos (Figura 17). No entanto, verificou-se que os frutos do tratamento com a concentração de 600 nL L⁻¹, com embalagem a vácuo, proporcionaram menor perda de massa dos frutos.

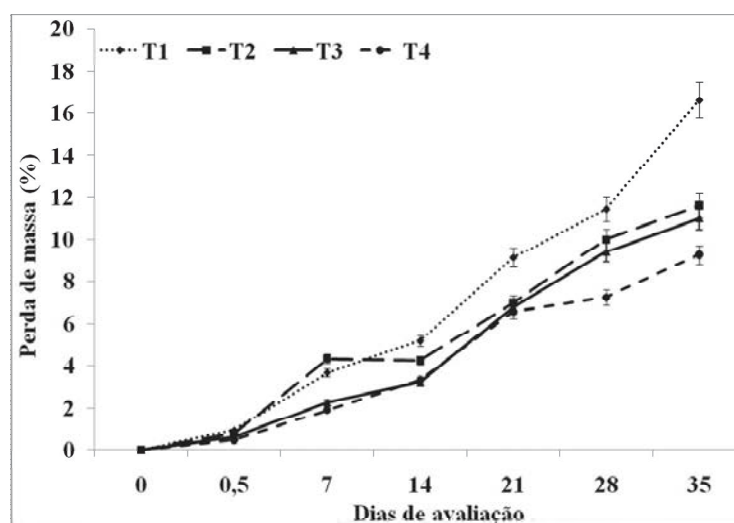


Figura 17 - Perda de massa (%) em manga ‘Tommy Atkins’ sob atmosfera modificada e refrigeração a 10°C e 70 ± 5% UR, por 35 dias. Botucatu - SP, 2010.

T1 - Xtend sem vácuo, T2 - Xtend com vácuo, T3 - 600 nLL⁻¹ de 1-MCP + Xtend sem vácuo e T4 - 600 nLL⁻¹ de 1-MCP + Xtend com vácuo.

A maior perda ocorreu no tratamento com o uso de filme sem vácuo e sem o uso de 1-MCP, mostrando perda de massa de 14,59%, enquanto que o uso do 1-MCP com vácuo reduziu a perda para 7,96 % (Figura 17). A utilização de Xtend com vácuo nos frutos de mangueira ‘Tommy Atkins’, combinado com 1-MCP, mostrou redução da perda de água (7,25%) contra 12,29% sem o uso de 1-MCP. Pinto et al. (2006) observaram que o uso de Xtend, em comparação com o Polietileno de Baixa Densidade, foi pior em relação à perda de massa dos frutos de mamoeiro cv Golden, provavelmente, devido à maior permeabilidade do material usado. Os mamões perderam 15,7 vezes menos água com o uso de PEBD. Esses dados são importantes quando se pensa na exportação de frutos. O filme Xtend possui uma taxa de transmissão de vapor d'água superior ao filme de polietileno, possibilitando, consequentemente, a redução do teor de umidade no interior dessa embalagem (PESIS et al., 2001).

A perda de massa, durante o período pós-colheita de frutos e hortaliças, é resultante, principalmente, da perda de água, visto que a perda de matéria fresca provocada pela respiração (consumo de substrato respiratório) é muito pequena, quando comparada à perda de umidade (WILLS et al., 1984), e tem efeitos marcantes sobre a fisiologia dos tecidos vegetais, antecipando, em alguns casos, a maturação e a senescência (YANG; HOFFMAN, 1994).

4.2.2 Firmeza

Observou-se perda de firmeza da polpa para todos os tratamentos estudados ao longo do período experimental, com redução máxima de 37% no 28º dia para o tratamento com embalagem Xtend sem vácuo. O uso de 1-MCP na concentração de 600 nL L⁻¹ com embalagem sem e com vácuo, apresentaram valores estatisticamente iguais de firmeza da polpa, conforme pode ser observado na Figura 18.

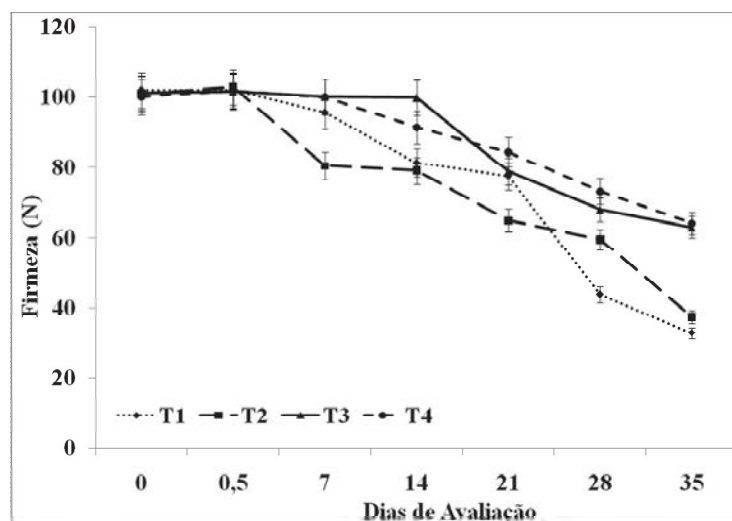


Figura 18 - Firmeza em (N) em manga 'Tommy Atkins' sob atmosfera modificada e refrigeração a 10°C e 70 ± 5% UR, por 35 dias. Botucatu - SP, 2010.

Os valores de firmeza foram maiores em manga tratadas com 1-MCP, independente do uso de Xtend sem e com vácuo, sendo que o uso do vácuo não promoveu diferenças significativas entre os tratamentos. Na literatura, alguns trabalhos mostram que o uso de filmes do tipo Xtend promovem o prolongamento da firmeza em frutos climatéricos, como descrito por Pereira et al. (2005) em goiabas. Outros autores também citam a importância do uso de filmes para manutenção da firmeza de frutos (LIMA et al., 2000; ROSA et al., 2001; PESIS et al., 2001). Neste trabalho com manga, o uso do filme combinado com o uso do 1-MCP parece manter a firmeza dos frutos por mais tempo, sendo uma característica importante para o mercado internacional. Os resultados obtidos mostram que os valores de firmeza (N) foram próximos ao descrito por Coccozza et al. (2004) em manga 'Tommy Atkins' (79,9 N) tratadas com o gás. O 1-MCP é um composto gasoso que compete com o etileno pelos sítios de ligação com receptores nas membranas celulares (SISLER; SEREK, 1997) e, por esta razão, tem sido bem avaliado com o propósito de retardar o amadurecimento de frutos (FAN et al., 2000; WATKINS et al., 2000; DONG et al., 2002), o que pode favorecer a exploração de mercados mais distantes e permitir maior elasticidade para oferta dos produtos.

Segundo Garcia Estrada et al. (2001), estudando manga 'Kent' tratadas com 1-MCP com concentrações de 125 e 250 nL L⁻¹, verificaram que este produto possibilitou maior retenção da firmeza durante o armazenamento ambiente, sugerindo que variedades de

manga necessitam de concentração específicas para que o uso da tecnologia com o 1-MCP seja dominada.

Essa retenção de firmeza atribuída ao conjunto AM, em combinação com 1-MCP, também foi descrita por Lima et al. (2005) em melão Galia. Os autores afirmam que o 1-MCP foi o promotor da resposta. Outros autores já observaram frutos mais firmes após a aplicação de 1-MCP (ARGENTA et al., 2001; DONG et al., 2002; JEONG et al., 2002), mas, vale considerar que a magnitude do efeito depende da concentração de 1-MCP aplicada e do estágio de maturação do fruto (PELAYO et al., 2003). O atraso no amaciamento resultante da ação do 1-MCP é coerente com a hipótese de que é o etileno que desencadeia a atividade metabólica relacionada ao processo (JEONG et al., 2002). O uso de AM também tem se mostrado efetivo na redução da perda de firmeza de frutos armazenados, tendo sido relatada em estudos realizados por (RODOV et al., 2000; HERTOOG et al., 2001).

Em geral, houve redução da firmeza durante o armazenamento, evidenciada na (Figura 18). Os valores variaram de 101,84 N a 32,08 N. No 28º dia de armazenamento, os frutos apresentavam 59,39 N. Os valores, em geral, estão em conformidade aos apresentados por (Sousa, (2001), Lima, (1997) e Moraes, (2001) para esta variedade de manga.

4.2.3 Sólidos solúveis (SS)

Foram verificados efeitos na embalagem e nas concentrações dentro do tempo de armazenamento sobre sólidos solúveis totais ($p \leq 0,05$).

Em todos os tratamentos ocorreu elevação nos teores de sólidos solúveis nos frutos, com o avanço do amadurecimento, devido à transformação das reservas acumuladas durante a formação. Os teores de sólidos solúveis foram mais elevados nos tratamentos embalados com Xtend sem e com vácuo. Em relação aos demais tratamentos, em geral, não houve diferença estatística no teor de sólidos solúveis com 1-MCP embalados sem e com vácuo ao longo do armazenamento (Figura 19).

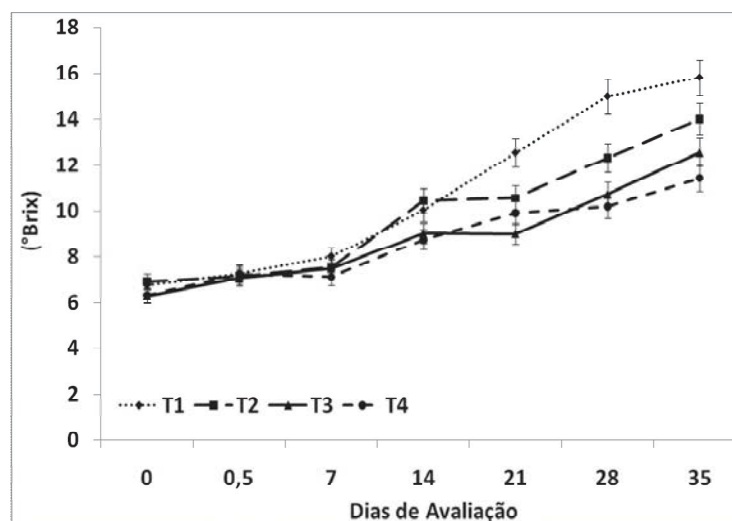


Figura 19 - Sólidos Solúveis (°Brix) em manga 'Tommy Atkins' sob atmosfera modificada e refrigeração a 10°C e $70 \pm 5\%$ UR, por 35 dias. Botucatu - SP, 2010.

Os frutos tratados com 1-MCP apresentaram menores valores de sólidos solúveis em relação ao tratamento, usando apenas filme Xtend, sem e com vácuo, durante o período de avaliação, o que sugere diminuição no metabolismo dos referidos frutos, tratados com 1-MCP, conforme relatos de Doll Hojo et al. (2009). Contudo, em manga 'Kensington Pride', 'Kent' e 'Tommy Atkins', alguns estudos relataram que o 1-MCP não apresentou efeito significativo em retardar o acúmulo da considerada variável, o que sugere que, nessas cultivares, o teor de sólidos solúveis pode não ser influenciado pelo etileno (HOFMAN et al., 2001; GARCIA ESTRADA et al., 2001; COCOZZA et al., 2004). O mesmo fenômeno foi verificado em maçã (RUPASINGHE et al., 2000), tomate (MORETTI et al., 2001), mamão (JACOMINO et al., 2002a) e banana (GOLDING et al., 1998), porém, em abacaxi e graviola foram observados efeitos transitórios do 1-MCP em inibir o acúmulo dos sólidos solúveis (SELVARAJAH et al., 2001; LIMA et al., 2001).

Em trabalho com manga 'Tommy Atkins', Lima et al. (2006) observaram que o teor de SS aumentou durante o amadurecimento da fruta, após o armazenamento refrigerado, sem influência da aplicação de 1-MCP, semelhante ao encontrado neste trabalho. De acordo com os autores citados, seria esperada uma estabilização nos teores de SS no final do período, caracterizando que o fruto já estaria apto para o consumo, uma vez que os valores observados para outras variáveis, como firmeza da polpa e cor da casca e da

polpa reforçam essa consideração. Resultados experimentais com aplicações de diferentes concentrações de 1-MCP em manga ‘Tommy Atkins’ indicaram menor acúmulo de SS. Entretanto, as diferenças foram limitadas a 0,5°Brix (LIMA et al., 2006).

4.2.4 Ácidez Titulável e Potencial hidrogeniônico

Verificou-se efeitos significativos das concentrações de 1-MCP com embalagem sem e com vácuo e tempo de armazenamento para acidez titulável ($p \leq 0,05$) (Figura 20A) e pH ($p \leq 0,05$) (Figura 20B).

Na Figura 20B, nota-se que os valores de pH diminuíram nos últimos dias do armazenamento refrigerado, com alterações ao longo do experimento, enquanto que, na Figura II.4A observa-se que os valores de AT apresentaram aumento entre o 14º e 21º dias, quando o pH começa a apresentar diminuição mais marcante.

Nota-se que a maior perda de firmeza dos tecidos ocorreu justamente quando há o aumento da AT, podendo ser devido aos ácidos galacturônicos liberados durante a hidrólise de componentes da parede celular, que são responsáveis pela firmeza do tecido (PESIS et al., 2000), o que pode ser confirmado pela perda da firmeza (Figura 18) e pela atividade da PME (Figura 30). Outros autores também observaram resultados semelhantes em mamão Golden (PINTO et al., 2006), fruto também denominado como climatérico. Outros autores também descrevem aumento de AT com o amadurecimento, incluindo o uso de filme combinado com 1-MCP, como o trabalho de Lima et al. (2005), com melão Galia.

Os teores de acidez titulável dos frutos, no início do armazenamento, foram de 2,017 a 1,527 g de ácido cítrico 100 g⁻¹ de polpa (Figura 21A). Estes teores mantiveram até o 14º dia de armazenamento decrescendo a partir dessa data, não havendo diferença entre os tratamentos, a partir do referido período. A redução nestes teores também foi verificada por Jeronimo e Kanesiro (2002), durante o armazenamento de manga Palmer.

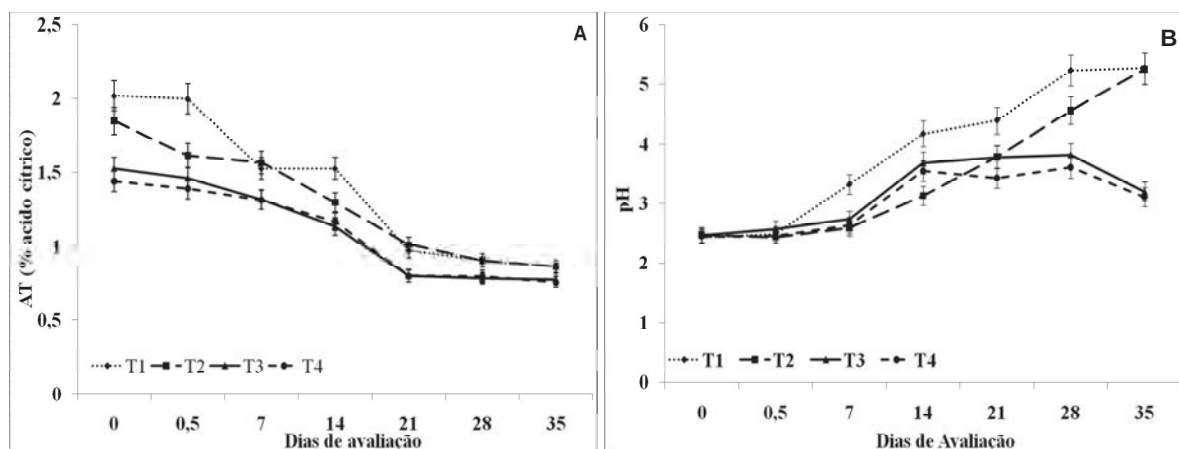


Figura 21 - Acidez titulável (% de ácido cítrico) (A) e pH (B) em manga 'Tommy Atkins' sob atmosfera modificada e refrigeração a 10°C e 70 ± 5% UR, por 35 dias. Botucatu - SP, 2010.

Comparando-se o uso de Xtend sem e com vácuo, com 1-MCP sem e com vácuo, houve uma tendência de menor AT em frutos tratados com 1-MCP sem e com vácuo. Na maioria dos frutos, a acidez representa um dos principais componentes do *flavor*, pois sua aceitação depende do balanço entre ácidos e açúcares, sendo que a preferência incide sobre altos teores desses constituintes (MORAIS et al., 2009).

Normalmente, os ácidos orgânicos tendem a diminuir no decorrer do armazenamento, à medida que são utilizados durante a respiração ou convertidos em açúcares. Contudo, podem aumentar, como ocorre em banana e abacaxi, atingindo altos níveis no estágio pleno de amadurecimento Damiani et al. (2008), assemelhando-se ao comportamento da acidez dos frutos pesquisados por Alves et al. (2010). Segundo os autores, a acidez titulável aumentou durante o armazenamento de manga minimamente processadas, provavelmente, em decorrência do baixo metabolismo respiratório que gerou um acúmulo de ácidos nos vacúolos, à medida que os teores de sólidos solúveis foram aumentando.

4.2.5 SS/AT

Foi verificado efeito do tempo de armazenamento sobre essa característica ($p \leq 0,05$) (Figura 22), havendo influência dos tratamentos nesta relação, indicativa do sabor, concordando com os valores encontrados nos teores de acidez pelo uso do 1-MCP com Xtend sem e com vácuo.

O aumento nos teores de sólidos solúveis e a diminuição dos teores de acidez promoveram aumento na relação SS/AT, durante o armazenamento, e consequente amadurecimento dos frutos. Esse aumento foi mais acentuado para os frutos dos tratamentos só com Xtend sem e com vácuo.

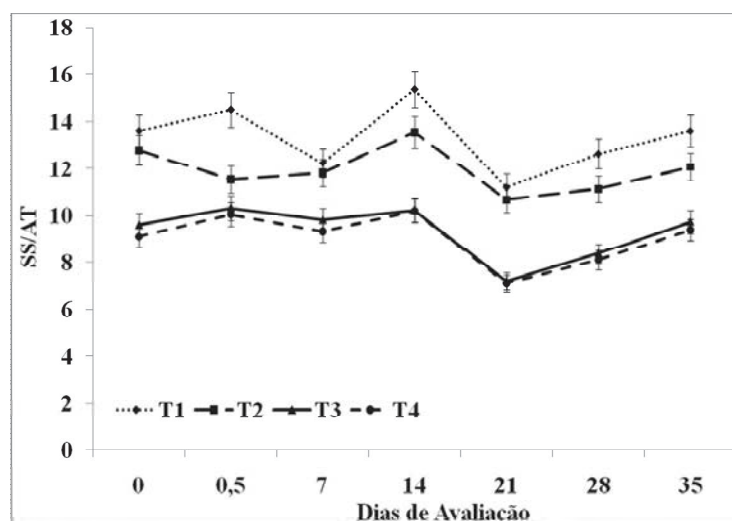


Figura 22 - Relação SS/AT em manga 'Tommy Atkins' sob atmosfera modificada e refrigeração a 10°C e 70 ± 5% UR, por 35 dias. Botucatu - SP, 2010.

Verifica-se que os frutos do tratamento com embalagem Xtend sem vácuo mostraram um maior *Ratio* até o 14º dia de avaliação. A partir desse período, os valores foram semelhantes aos obtidos para o tratamento com embalagem Xtend com vácuo.

O aumento do teor de sólidos solúveis totais e a diminuição da acidez total titulável elevou a relação SS/AT ao longo do tempo de armazenamento, indicando um sabor adocicado nos frutos, em função do amadurecimento. Esse comportamento é semelhante ao descrito por diversos autores para manga da mesma variedade estudada (MEDLICOTT et al, 1986; RAMOS, 1994; JERÔNIMO, 2000).

Nota-se que a combinação de 1-MCP com embalagem Xtend sem vácuo induziu menor *Ratio* durante todo o período experimental, tendendo a frutos menos doces. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), a relação SS/AT nos vegetais pode ser considerada como um critério de avaliação do "flavor" e um aumento pode significar incremento de sabor, além de ser indicativo do nível de amadurecimento.

Geralmente, o amadurecimento e a senescência ocorrem em todas as células após o pico climatérico em alguns frutos (climatéricos) e também em tecidos que apresentam desordens fisiológicas, os quais mostram maior relação SS/AT, sendo que essas desordens podem ser originadas de diversas formas, entre elas a própria senescência. Assis et al. (2004) relataram maiores valores de *Ratio* em manga ‘Tommy Atkins’ com distúrbio fisiológico. Evangelista (1999) e Raymond et al. (1998) também relatam que certas desordens fisiológicas se caracterizam por uma sobrematuração desordenada dos tecidos, a qual começa na parte mais próxima do caroço e se desloca para a periferia do fruto. Como a senescência é uma desordem bioquímica, que altera o metabolismo dos tecidos, o maior valor obtido para *Ratio* seria uma resposta bioquímica de desorganização das células, produzindo e liberando maiores teores de SS. Todos esses fatores podem ser influenciados pelos níveis de etileno nos tecidos, já que a manga é um fruto climatérico. O etileno desencadeia o amadurecimento em frutas climatéricas e senescência em frutas não-climatéricas, hortaliças e ornamentais (HOFMAN et al., 2001).

O uso de 1-MCP neste trabalho induziu menores valores de *Ratio* e a causa desse efeito é que, possivelmente, pelo 1-MCP ser um composto volátil e que tem demonstrado ser um eficiente inibidor da ação do etileno (JIANG; JOYCE, 2000), ele age por meio de fixação preferencial ao receptor de etileno, bloqueando, deste modo, o efeito do etileno procedente de fontes internas e externas. O 1-MCP se liga ao receptor de etileno de maneira irreversível; o posterior amadurecimento do fruto deve-se à formação de novos receptores de etileno (BLANKENSHIP; DOLE, 2003). Assim, 1-MCP tem um potencial para o controle do amadurecimento e senescência de frutas e hortaliças na pós-colheita (JIANG; JOYCE, 2000), como em mamão (JACOMINO et al., 2002a), pêssego (KLUGE; JACOMINO, 2002) e goiabas (KLUGE et al., 2000).

A concentração de 1-MCP, necessária para apresentar efeito no bloqueio da ação do etileno, varia conforme a espécie, cultivar, estágio de maturação, temperatura de exposição, interação concentração x tempo de exposição e produção de novos receptores de etileno (WATKINS et al., 2000; WATKINS, 2006).

4.2.6 Açúcares solúveis totais e açúcares redutores

Os carboidratos totais mostraram aumento em todos os tratamentos (Figura 23) com o envelhecimento do tecido. Neste parâmetro químico, não foram observados efeitos significativos dos tratamentos com 1-MCP, apenas uma pequena tendência de menor acúmulo de carboidratos no final do experimento, porém, não diferem dos frutos embalados apenas com filme, com ou sem vácuo.

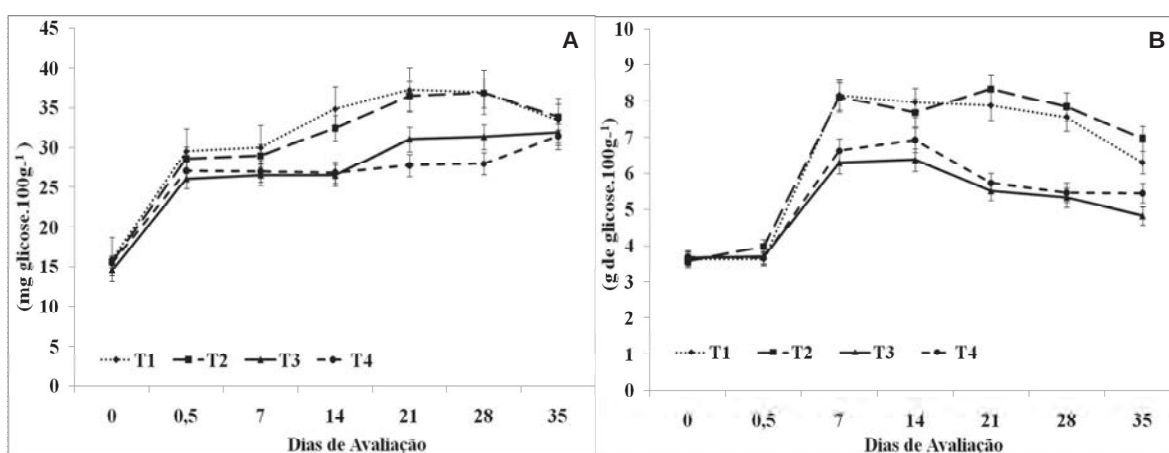


Figura 23 - Açúcar solúvel total (A) e Açúcar redutor (B) em manga 'Tommy Atkins' sob atmosfera modificada e refrigeração a 10°C e 70 ± 5% UR, por 35 dias. Botucatu - SP, 2010.

Diversos trabalhos mostram que, durante o amadurecimento de manga, há uma diminuição nos níveis de amido e aumento de açúcares solúveis. Moraes et al. (2002) notaram que houve um decréscimo no teor de amido em manga 'Tommy Atkins', após o armazenamento, em torno de 88% dos níveis de amido, após o período de armazenamento, demonstrando crescente conversão de amido em açúcares. Maia et al. (1986) verificaram em manga das cultivares, variedades Rosa, Coité, Jasmim, Espada e Itamaracá, um decréscimo de amido e aumento de açúcares simples, semelhante ao observado neste experimento.

Decréscimo de amido durante a maturação também foi observado por Rocha et al. (2001) em manga 'Tommy Atkins'. Nos frutos verdes, o amido acumulado degrada-se e converte-se em açúcares simples, quando também ocorre diminuição da acidez e degradação paulatina das paredes celulares (SAÑUDO et al., 1997).

A tendência dos menores teores de carboidratos totais, observados após a aplicação de 1-MCP, provavelmente se deve ao efeito negativo que esse composto pode

ter sobre a degradação do amido, já que age sobre o etileno. As respostas dos frutos ao etileno podem ser desejáveis, como a produção de compostos voláteis e a redução da adstringência e indesejáveis, como a degradação da parede celular por enzimas degradativas, conversão do amido em açúcares, amarelecimento, entre outras (SALTVEIT, 1999).

Em relação à embalagem plástica, nota-se que não mostrou efeito sobre o teor de açúcares em manga ‘Tommy Atkins’. A utilização de filmes plásticos de baixa densidade em manga ‘Keitt’, a 20°C com 67% de UR, por 4 semanas, foi estudada por Gonzalez-Aguilar et al. (1997). Os autores verificaram que sua utilização foi eficiente na redução da perda de massa, firmeza e coloração, mas não no conteúdo de sólidos solúveis totais e acidez total titulável.

O aumento de carboidratos redutores ocorreu (Figura 23B) em todos os tratamentos, sendo que há uma tendência de acúmulo ou manutenção desses compostos em frutos que não foram tratados com 1-MCP.

Nota-se que o 7º dia de análise foi o que apresentou o maior incremento de açúcares redutores, isto é, quando começa realmente a transformação da maior quantidade de amido em açúcares simples, sendo que com o vácuo, esse efeito, mesmo sendo menos aparente, é muito visível. Outro fator importante é aquele relacionado com a quantidade de açúcares. É possível observar que os frutos não tratados com 1-MCP, mesmo que embalados por filme, apresentaram maior teor de açúcares solúveis, sendo possível correlacionar o efeito dessa substância com a possível ação do etileno. Nesse caso, houve um atraso na evolução do regulador vegetal, diminuindo a formação de carboidratos redutores.

Outro fator que tem que ser levado em conta é a temperatura de armazenamento. Tem sido relatado que a atividade da amilase em manga Alphonso diminuem com a temperatura de armazenamento (CHHAPTAR et al., 1971). Assim, outro fato que pode ter contribuído para os menores teores de carboidratos solúveis deste trabalho, em frutos tratados com 1-MCP, é a temperatura baixa da câmara de conservação usada. Pode ser que tenha havido uma combinação dos fatores (temperatura, 1-MCP e filme plástico) e colaborado para os teores encontrados neste trabalho.

4.2.7 Vitamina C

Houve redução nos teores de vitamina C, ao longo do armazenamento, para todos os tratamentos (Figura 24). Os frutos sob efeito de 1-MCP, com Xtend sem e com vácuo apresentaram os maiores teores de vitamina C em relação aos tratamentos com Xtend sem e com vácuo.

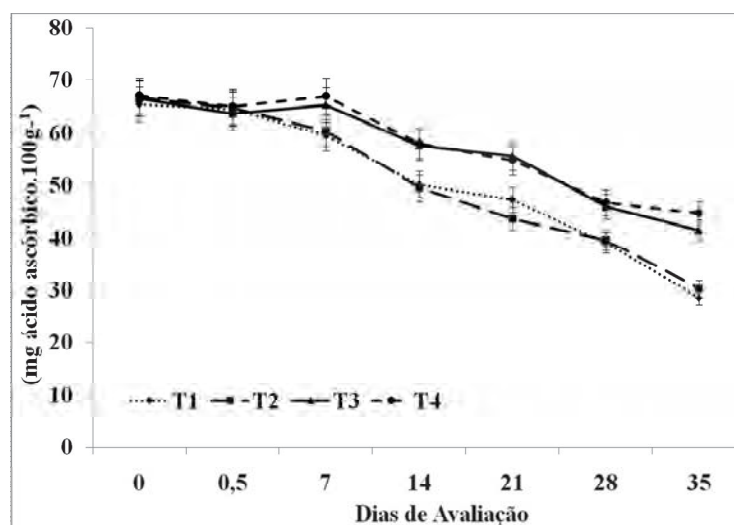


Figura 24 - Vitamina C (mg de ácido ascórbico 100g⁻¹ peso fresco) em manga 'Tommy Atkins' sob atmosfera modificada e refrigeração a 10°C e 70 ± 5% UR, por 35 dias. Botucatu - SP, 2010.

Os maiores teores de vitamina C foram encontrados em frutos tratados com 1-MCP, os quais podem ser atribuídos a menor senescência induzida pelo produto dentro das embalagens, como também verificado por Neves et al. (2008) em manga.

A vitamina C é uma substância redutora facilmente oxidada que sofre inativação quando exposta ao calor, ar e luz, podendo ser perdida quando aplicados processos que se utilizam destes parâmetros e que são tradicionalmente empregados e aceitos, mas é relativamente estável em meio ácido (WILSON et al., 1989).

Os valores encontrados de vitamina C são maiores dos relatados por Lima (1997) e os de ácido ascórbico menores dos observados por NEVES et al. (2008). Esse fato pode ser atribuído à época de colheita, local de cultivo, entre outros fatores abióticos.

Neste trabalho, os valores encontrados de vitamina C, no início do experimento, foram muito próximos dos descritos por Doll Hojo et al. (2009), isto é, em torno de $60 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ de polpa. Ao final do experimento, aos 28 dias, os frutos apresentaram valores em torno de $40 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ de polpa, quando tratados com 1-MCP, e muito menor, quando não tratados, mostrando que, além da refrigeração, o 1-MCP pode ser eficaz na manutenção dos teores de vitamina C em manga ‘Tommy Atkins’.

Isso também pode ser considerado normal, visto que o teor de vitamina C em manga, bem como da maioria dos frutos, pode diminuir durante o armazenamento (COCOZZA, 2003). Cardello e Cardello (1998), trabalhando com manga cv. Haden frigoarmazenadas, também observaram redução significativa no teor de ácido ascórbico, durante o amadurecimento, ocasionando, segundo os autores, a conversão desse ácido em outros compostos metabólicos.

Em geral, os valores encontrados para esta característica estão semelhantes aos de Sousa (2001), que trabalharam com filmes de alta e baixa densidade e aos de Evangelista (1999), quando trabalharam com manga da mesma variedade com o objetivo de retardar o amadurecimento com atmosfera modificada e cloreto de cálcio na pré-colheita, respectivamente.

4.2.8 Ácido Ascórbico

Através da Figura 25, percebe-se que houve um decréscimo acentuado no teor de ácido ascórbico em todos os tratamentos, sendo mais acentuado para os tratamentos com embalagem Xtend sem e com vácuo, diferindo dos tratamentos com 1-MCP, com Xtend sem e com vácuo (Figura 25). A quantidade de ácido ascórbico diminuiu consideravelmente com o amadurecimento da manga Tommy, em contraste com a atividade da ascorbato oxidase, que aumentou significativamente durante o mesmo período (Figura 33).

Vários autores encontraram diminuição do ácido ascórbico durante o amadurecimento de manga de diferentes variedades (GOFUR et al. 1994; VINCI et al. 1995).

Essas alterações nos teores de ácido ascórbico são importantes em diversas áreas de estudo, pois, além de seu papel fundamental na nutrição humana

(GUTHRIE, 1989), sua degradação pode favorecer o escurecimento não enzimático (ABD ALLAH et al., 1974) e causar aparecimento de sabor estranho (BERNHARDT, 1979). Além disso, o ácido ascórbico é um importante indicador de qualidade nutricional em frutas e hortaliças, pois sendo a vitamina mais termolábil, sua presença no alimento indica que, provavelmente, os demais nutrientes também estão sendo preservados (BENDER, 1978).

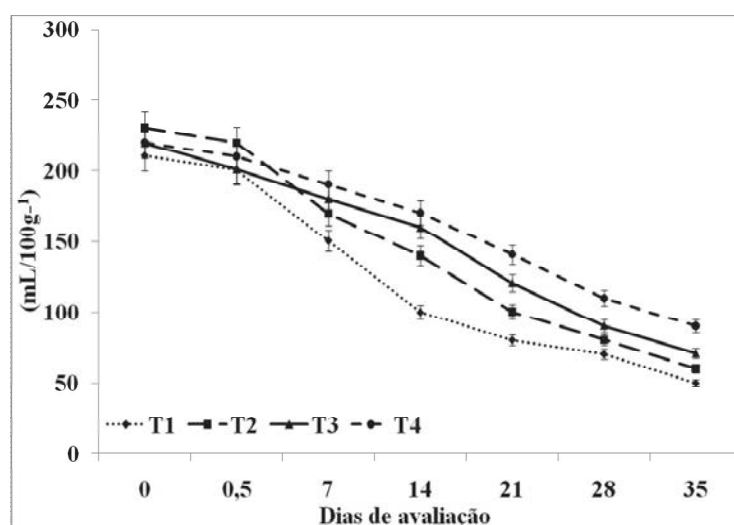


Figura 25 - Ácido Ascórbico ($\text{mL} \cdot 100\text{g}^{-1}$ em peso fresco) em manga 'Tommy Atkins' sob atmosfera modificada e refrigeração a 10°C e $70 \pm 5\%$ UR, por 35 dias. Botucatu - SP, 2010.

Pode-se concluir que o período de 14 dias, compreendido entre a primeira e quarta amostragem, foi decisivo em termos de conteúdo de ácido ascórbico, já que aí ocorreu redução de seus níveis para menos da metade do conteúdo inicial. Os tratamentos com embalagem Xtend sem e com vácuo, apesar de possuírem, no início, índice elevado de ácido ascórbico, ao final, apresentaram os níveis mais baixos com menor valor observado no tratamento com Xtend sem vácuo, indicando que, apesar de não ser estatisticamente diferente, esse tratamento, mesmo com embalagem e armazenamento refrigerado, facilitou ou provocou diminuição dos níveis de ácido ascórbico, o que não é ideal do ponto de vista nutricional, apesar dessa diminuição ocorrer normalmente nos frutos, quando estes se aproximam da maturação (CONEGLIAN; RODRIGUES, 1994).

Esses resultados são considerados importantes, visto que o consumo de alimentos funcionais tem crescido vertiginosamente nos últimos anos. Nesse sentido, pode-se considerar que o ácido ascórbico, também conhecido como vitamina C, além das suas propriedades nutracêuticas já conhecidas, pode também atuar como agente antioxidante, contribuindo positivamente na preservação da qualidade pós-colheita dos frutos. Entretanto, em todos os tratamentos testados, foram observados decréscimos progressivos nos teores de ácido ascórbico (NEVES et al., 2008).

4.2.9 Carotenoides totais

A Figura 26 refere-se aos teores de carotenoides totais encontrados nos frutos de manga, nos diversos períodos de armazenamento. Os carotenoides apresentaram diferenças significativas durante o período de avaliação. O teor de carotenoides apresentou aumento até o 21º dia de avaliação, para os frutos dos tratamentos Xtend sem e com vácuo, respectivamente, e diminuiu no 28º dia de avaliação. A partir desse período, possivelmente iniciou-se a degradação desses pigmentos, com o processo de senescência. O aumento nos teores de carotenoides foi menos acentuado para os tratamentos com 1-MCP, com Xtend sem e com vácuo, apresentando um aumento do 28º ao 35º dia de avaliação, período final do armazenamento.

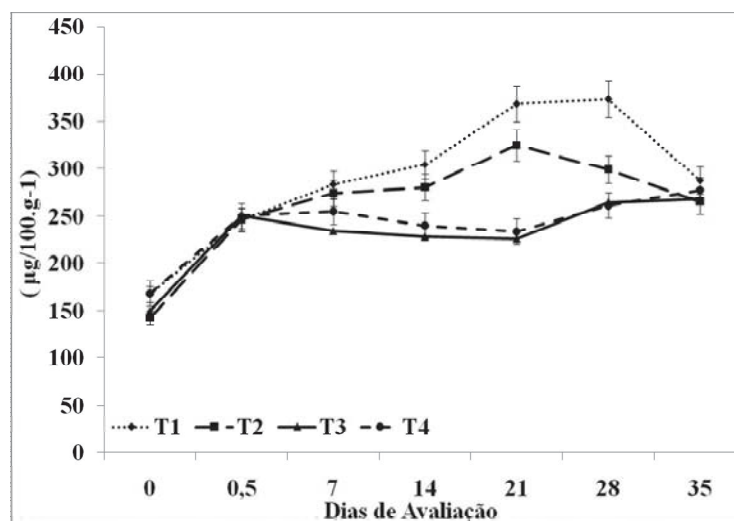


Figura 26 - Carotenoides totais em ($\mu\text{g}/100\text{g}^{-1}$ em peso fresco) em manga 'Tommy Atkins' sob atmosfera modificada e refrigeração a 10°C e $70 \pm 5\%$ UR, por 35 dias. Botucatu - SP, 2010.

Esses resultados indicam que, provavelmente, os frutos tratados com 1- MCP com embalagem Xtend sem e com vácuo retardaram a degradação dos carotenoides em comparação aos frutos só com Xtend sem e com vácuo. Esses dados vêm reforçar os menores valores observados para os sólidos solúveis, menores relações SS/AT, atividade da peroxidase e da acidez total, além dos valores de ácido ascórbico terem sido significativamente maiores para os tratamentos com 1-MCP com embalagem sem e com vácuo.

A quantidade de carotenoides presente na polpa é diretamente proporcional à coloração do suco, variável de grande relevância para a indústria.

De acordo com Faraoni et al. (2008), tratando-se de polpas e de produtos elaborados à base de polpa de fruta, a cor, além de influenciar na qualidade, é um importante caráter utilizado no controle do processamento desses produtos.

Teores de carotenoides totais obtidos no presente estudo foram menores do que o reportado para a mesma variedade obtida de campo experimental no Estado de São Paulo (CARVALHO, 2004), isto é, 4,0 miligramas por 100 gramas de polpa.

A manga é uma fruta rica em caroteno, responsável pela sua coloração amarela, quando madura. A quantidade de carotenoides aumenta progressivamente, sendo o β -

caroteno encontrado em maior proporção, ou seja, com 37% na fruta verde e 50% na fruta madura. O β -caroteno, que é o precursor da vitamina A, é encontrado em quantidade muito variável, dependendo do cultivar, local onde é cultivada a manga, das práticas culturais e do estágio de maturação, quando a fruta é colhida (MANICA, 2001).

4.2.10. Compostos fenólicos

Houve uma variação no conteúdo de compostos fenólicos totais, durante o período de armazenamento (Figura 27), atingindo um máximo no 14º dia de avaliação para o tratamento com Xtend sem vácuo, o qual apresentou valores significativamente maiores de fenóis, durante todo o período da armazenagem. Em relação aos tratamentos com 1-MCP com Xtend sem e com vácuo, observou-se um menor conteúdo de fenóis. A maior preservação do teor de polifenóis nos frutos dos tratamentos com 1-MCP com Xtend sem e com vácuo pode ser decorrente da menor oxidação desses compostos.

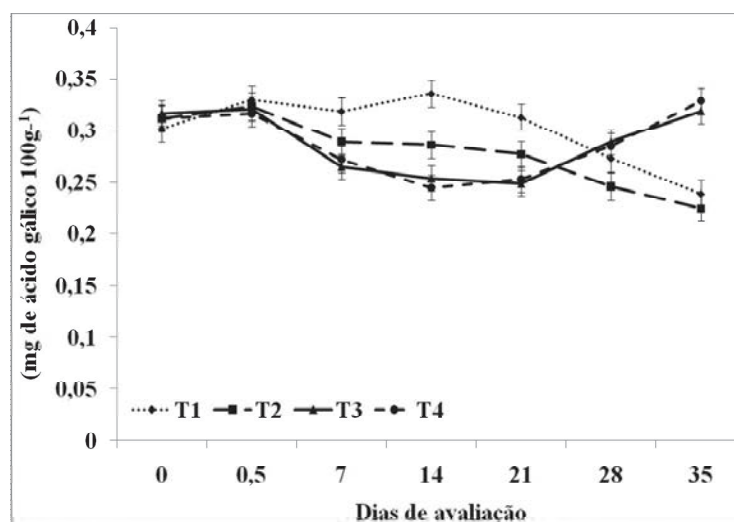


Figura 27 - Compostos fenólicos totais (mg de ácido gálico 100g⁻¹ em peso fresco) em manga 'Tommy Atkins' sob atmosfera modificada e refrigeração a 10°C e 70 ± 5% UR, por 35 dias. Botucatu - SP, 2010.

O conteúdo do composto fenólico decresceu durante o armazenamento, a partir do 21º dia de avaliação para os tratamentos com embalagem Xtend

sem e com vácuo, enquanto os tratamentos com 1-MCP com Xtend sem e com vácuo induziram elevação a partir do 21º dia de avaliação (Figura 27). Sales (2002) também verificou retardo na redução dos compostos fenólicos de bananas tratadas com 1-MCP, concordando com outras pesquisas em que o 1-MCP retarda a produção de muitos compostos fenólicos em frutos como banana e maçã, melão e citros (FLORES et al., 2002; PORAT et al., 1999). Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Watkins (2002), que relatou resultados consistentes, comprovando que a via de produção dos compostos fenólicos é regulada pelo etileno.

Um dos fatores que poderia explicar a diminuição dos teores dos polifenóis é que, durante o amadurecimento dos frutos, há um aumento gradual na condensação dos fenólicos solúveis, tornando-os insolúveis por se ligarem fortemente a outros componentes celulares, não sendo, portanto, detectados (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Scalbert e Williamson (2000), estudando ponto de maturação de algumas variedades de manga, relataram que entre as variedades analisadas ocorrem concentrações expressivas de fenólicos totais, que podem contribuir para aumentar o teor de antioxidantes ingerido na dieta humana, considerando que a ingestão desses grupos de compostos foi estimada entre 0,15 a 1,0 gramas por dia. A ingestão de uma porção de 100 gramas de polpa de manga das variedades Haden, ‘Tommy Atkins’ e Ubá fornece uma quantidade aproximada de fenólicos totais de 0,06; 0,05; 0,13 e 0,21 gramas, respectivamente.

4.2.10.2 Flavonoides

Os valores médios de flavonoides totais obtidos nos frutos de manga estão descritos na (Figura 28), na qual se observa que os tratamentos com Xtend sem e com vácuo, respectivamente, apresentaram os maiores teores de flavonóis, cujos valores foram estatisticamente diferentes dos demais tratamentos. Os tratamentos com 1-MCP e Xtend, sem e com vácuo, não diferiram entre si, tendo, assim, menores conteúdos de flavonoides.

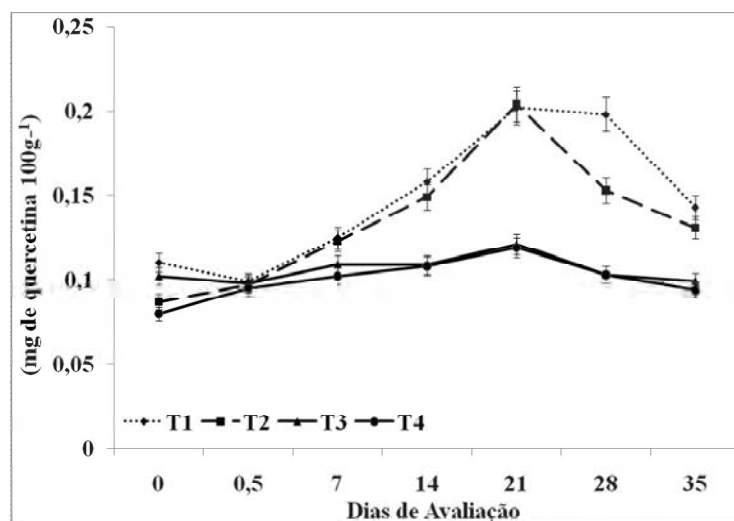


Figura 28 – Flavonoides totais (mg de rutina 100g⁻¹ peso fresco) em manga ‘Tommy Atkins’ sob atmosfera modificada e refrigeração a 10°C e 70 ± 5% UR, por 35 dias. Botucatu - SP, 2010.

Severo et al. (2010), estudando o teor de flavonoides totais em frutos de jambolão, verificaram que o teor de flavonoide decresceu durante o armazenamento em maior intensidade nos frutos armazenados em AMPM (atmosfera parcialmente modificada) sem uso de 1-MCP. A maior preservação do teor de flavonoides totais em frutos mantidos em AMPM + 1-MCP pode ser decorrente da menor oxidação desses compostos sob refrigeração.

A atividade antioxidante foi superior no 5º dia à AMPM, diminuindo no 10º dia e aumentando, sendo mantidos os maiores valores de flavonoides para esses frutos armazenados sob AMPM. É possível que o uso do 1-MCP + AMPM tenha auxiliado na manutenção de compostos com fortes propriedades antioxidantes, como frações específicas de compostos fenólicos (Severo et al., 2010), dados esses que vem corroborar com os resultados encontrados no presente estudo.

Os flavonóis possuem coloração branca ou amarela clara e, geralmente, acompanham as antocianinas em frutos, provavelmente, porque apresentam rotas de biossíntese semelhantes, além de atuarem na co-pigmentação das antocianinas (MELO et al., 2006). As antocianinas são pigmentos fenólicos solúveis em água, pertencentes à classe dos flavonoides, responsáveis pelas várias nuances entre laranja, vermelho e azul, exibidas pelas frutas, hortaliças, flores, folhas e raízes (LIMA et al., 2006).

4.2.11 Proteína

Os resultados obtidos para proteínas estão apresentados na Figura 29, na qual as análises permitiram observar certa tendência de acréscimo, conforme o fruto se aproxima da maturidade.

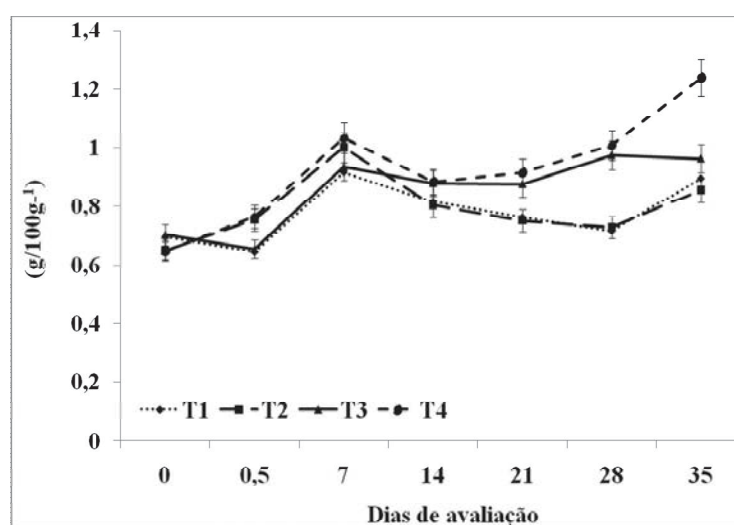


Figura 29 - Proteína em (g100g⁻¹ em peso fresco) em manga 'Tommy Atkins' sob atmosfera modificada e refrigeração a 10°C e 70 ± 5% UR, por 35 dias. Botucatu - SP, 2010.

Ocorreu diferença estatística dos valores ao 7º e 14º dia de avaliação, enquanto que, para o dia 21º não foi observado diferença entre os tratamentos. Nota-se que, apesar da oscilação dos valores nos períodos de avaliação, os tratamentos com 1-MCP com Xtend sem e com vácuo, proporcionaram menores resultados proteicos, em relação aos demais tratamentos.

Essas constatações concordam com Bleinroth (1981), que indica que o aumento de proteínas, no período de amadurecimento do fruto, pode ser atribuído ao fato da metionina e/ou a beta-alanina atuarem como precursor do etileno em tecidos vegetais.

Portanto, se o etileno é produzido na fase de amadurecimento, torna-se indispensável que os níveis desses aminoácidos aumentem para que este hormônio possa ser sintetizado, havendo, conseqüentemente, acréscimo no teor de proteínas do fruto. Esses fatos

são confirmados por Coneglian; Rodrigues (1994), ressaltando, porém, ser a banana, uma exceção, já que há degradação de proteínas, quando se faz tratamento préclimatérico com etileno.

4.2.12 Pectinametilesterase

Na Figura 30, está ilustrado o comportamento da atividade da enzima pectinametilesterase (PME) nos frutos submetidos aos diferentes tratamentos, ao longo do armazenamento.

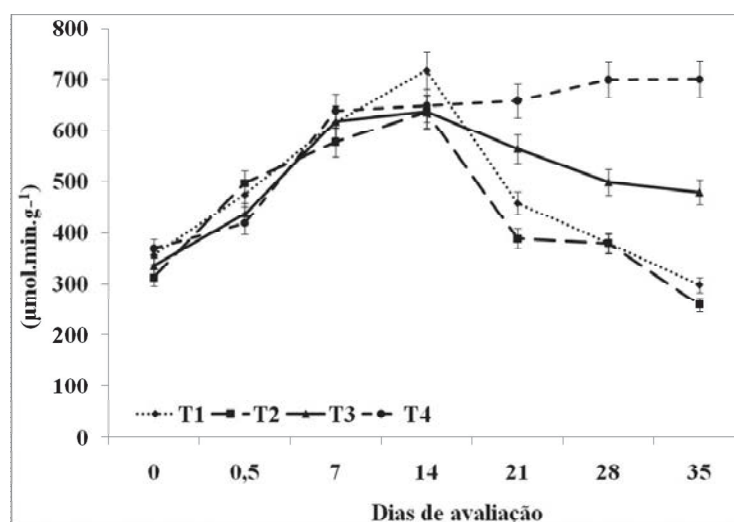


Figura 30 - Atividade da pectinametilesterase ($\mu\text{mol.min.g}^{-1}$, em peso fresco) em manga 'Tommy Atkins' sob atmosfera modificada e refrigeração a 10°C e $70 \pm 5\%$ UR, por 35 dias. Botucatu - SP, 2010.

Os valores observados, durante o armazenamento para a atividade da PME, demonstraram que o 1-MCP com Xtend sem e com vácuo retardou a ação da PME, atrasando a degradação da pectina, em comparação aos demais tratamentos.

Posteriormente, a atividade da PME aumentou para todos os tratamentos, quando, no 14º dia de armazenamento, o tratamento na concentração de 600 nL L^{-1} com embalagem com vácuo obteve o maior conteúdo da atividade. No 21º dia de avaliação, houve um decréscimo da atividade da PME para os tratamentos com Xtend sem e

com vácuo. Os frutos com 1-MCP e Xtend com vácuo apresentaram maior atividade no 28º dia de avaliação ($700\text{nmol}\cdot\text{min}\cdot\text{g}^{-1}$), o que significa que, até no final do armazenamento, ainda havia maior teor de pectina metilada nesse tratamento.

Diminuição na atividade da PME em polpa de goiaba Pedro Sato, durante o período de armazenamento à temperatura ambiente, também foi observada por Lima (2004). Diferentemente, Carvalho et al. (2001), estudando os componentes da parede celular de goiabas Kumagai, relataram que, com a evolução da maturação, houve, em geral, aumento na atividade da PME, seguido por declínio até o fim do período experimental.

Relatos de mudanças na atividade da PME, durante o amadurecimento, são frequentemente contraditórios. Doll Hojo et al. (2007) relatam que o tratamento com 1-MCP, associado à refrigeração, mostrou ser eficiente em reduzir o amaciamento de manga 'Palmer' e os frutos tratados com 150nL L^{-1} apresentaram menor porcentagem de solubilização de pectina e estavam mais firmes no final do armazenamento. Durante o amadurecimento da manga, demonstrou-se decréscimo na atividade de PME (EL-ZOGHBI, 1994; ROE; BRUEMMER, 1981); outros estudos demonstraram atividade constante (ASHRAF et al., 1981) e outros, aumento da atividade (AINA; OLADUNJOYE, 1993). Evangelista et al. (2000) não encontraram atividade da PME.

Lima et al. (2006) observaram que a aplicação de 1.200 nL L^{-1} atrasou o amaciamento da polpa das manga até, aproximadamente, o décimo dia de armazenamento sob temperatura ambiente, o qual sucedeu quinze dias sob refrigeração, a $11,0^{\circ}\text{C} \pm 1,6$, diferente do encontrado nesta fase deste trabalho, no qual o 1-MCP não induziu diferenças significativas. Uma das hipóteses seria o uso do filme, que estaria atuando contra a ação do etileno e, assim, a ação do 1-MCP seria mascarada. O atraso no amaciamento resultante da ação do 1-MCP, é coerente com a hipótese de que é o etileno quem desencadeia a atividade metabólica relacionada ao processo (JEONG et al., 2002).

A importância da PME no amaciamento dos frutos é ampliada, quando se considera que essa enzima pode contribuir direta ou indiretamente para a ação de outras, ao criar um ambiente iônico adequado ou, possivelmente, ao modificar a porosidade da parede celular, favorecendo, dessa forma, o acesso de outras enzimas aos seus substratos potenciais. Em mamões, a atividade da PME eleva-se com o amadurecimento, e esse aumento é acompanhado pela elevação da atividade da PG e redução na firmeza da polpa. Assim, a

atividade da PME facilitaria a atuação da PG, que participa diretamente do processo de amadurecimento dos frutos (FONTES et al., 2008). De acordo com Manrique; Lajolo (2004), a PME participa do processo de amolecimento dos frutos, desesterificando o polímero de ácido galacturônico (pectina), enquanto a PG catalisa a hidrólise das ligações β -1,4 entre os resíduos de ácido galacturônico no interior da cadeia de pectina.

Estes resultados sugerem a efetividade do 1-MCP na prevenção do amaciamento. Almeida et al. (2006) e Pelayo et al. (2003) também observaram maiores valores de firmeza em frutos tratados com 1-MCP, quando comparados aos não tratados.

4.2.13 Poliaminas

Os teores de putrescina (Figura 31A), espermidina (Figura 31B) e espermina (Figura 31C) mostram alterações durante o experimento com manga ‘Tommy Atkins’. Ocorreu um pico de putrescina aos 7 dias de avaliação, nos tratamentos T2, T3 e T4, porém, sem diferenças significativas. Maior teor de espermidina foi observado no tratamento T2 no 28º dia de avaliação, enquanto que os tratamentos T1 e T4 induziram um aumento no teor de espermina no 21º e 28º dias após a colheita.

Poliaminas competem com o etileno pelo mesmo precursor comum, o S-adenosilmetionina (SAM) (PANDEY et al., 2000). Assim, maiores níveis de poliaminas poderia indicar fruto mais verde ou menos maduro. Etileno e PAs tem mostrado efeitos opostos durante o amadurecimento e senescência de frutos, já que níveis reduzidos de poliaminas tem sido relatados com o aumento da concentração de etileno (WALDEN et al., 1997).

Alguns trabalhos mostram uma relação específica entre a aplicação de 1-MCP, poliaminas e firmeza, como em maçã, nos quais a aplicação exógena melhorou a firmeza dos frutos sem afetar a via do etileno (KRAMER et al., 1991). Em relação ao teor de poliaminas e a firmeza, estudados neste trabalho, pode-se notar que não há uma relação direta entre as duas variáveis estudadas. Para firmeza, foi claro que o uso de 1-MCP induziu maiores valores, enquanto que, para poliaminas, o uso deste gás diminuiu os níveis de espermidina apenas em alguns dias específicos, assim como para putrescina e espermina. Dessa forma, para

estas características (poliaminas e firmeza), os tratamentos não mostraram uma tendência definida. Talvez a aplicação exógena de poliaminas mostrasse efeitos mais diretos, como também relatado por Kramer et al. (1991), que propõem que as poliaminas afetam a maciez dos frutos através da rigidificação da parede celular e da interação com etileno.

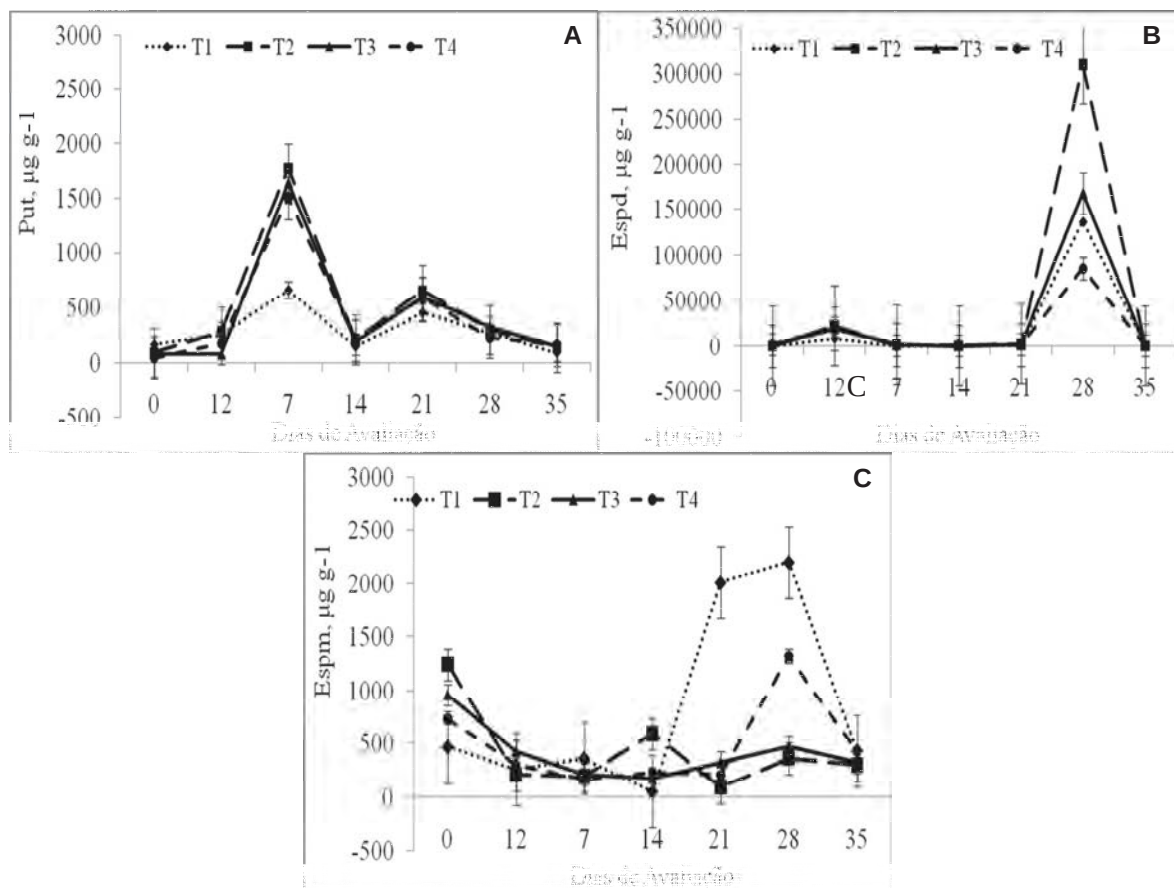


Figura 31 - Conteúdo de putrescina (A), espermidina (B) e espermina (C) em ($\mu\text{g g}^{-1}$ em peso fresco) em manga 'Tommy Atkins' sob atmosfera modificada e refrigeração a 10°C e $70 \pm 5\%$ UR, por 35 dias. Botucatu - SP, 2010.

Outros trabalhos mostram que tratamentos com poliaminas atrasaram o amaciamento em nectarinas, entretanto, nenhuma mudança nos níveis endógenos de poliaminas foram detectados, implicando que o controle da firmeza de nectarinas, exercido por

poliaminas, foi mediado pelo etileno (TORRIGIANI et al., 2004). Assim, seria de se esperar que o uso de 1-MCP, atrasando a evolução do etileno, alterasse significativamente a firmeza e houvesse uma relação direta com os teores de poliaminas.

Neste trabalho, a atividade da PME (Figura 30) acompanhou a diminuição da firmeza em manga ‘Tommy Atkins’. A maior firmeza ocorre nos frutos tratados com 1-MCP (Figura 18), mas não houve um aumento de poliaminas em relação a esses parâmetros. Esperou-se que, em frutos com maior firmeza e maior atividade da PME, os teores de algumas poliaminas, como espermidina e espermina (que competem diretamente com o etileno) fossem maiores, mas não foi encontrado esse resultado. Em alguns trabalhos, os autores sugerem que essas substâncias podem regular a atividade de algumas enzimas (BENAVIDES et al., 2000; TIBURCIO et al., 1993). Tem sido demonstrado que as poliaminas, como cátions orgânicos, podem agir como cátion inorgânico (exemplo ferro e cloreto de cálcio), diminuindo a atividade de PME em polpa de grapefruit (LEITING; WICKER, 1997). A concentração de poliaminas nas células é muito variável, o que pode explicar os resultados deste trabalho, pois, de acordo com Khosroshahi et al. (2007), essa concentração pode ser regulada pela sua própria biosíntese, quebra, translocação e conjugação com diferentes compostos.

Acredita-se que as poliaminas têm função anti-senescente. Elas geralmente são abundantes em órgãos jovens e declinam ao menor teor (muitas vezes em níveis de traços) em órgãos senescentes (BOUCHEREAU et al., 1999), como pode ser observado neste trabalho para todos os tratamentos em relação aos teores de poliaminas. Outro fato que pode ter ocorrido em relação à alteração das poliaminas, mesmo com a aplicação de 1-MCP, pode ter sido a atividade das enzimas envolvidas com a síntese dessas aminas. Durante a senescência, pode ocorrer um declínio de arginina descarboxilase (ADC), seguida pela redução nos níveis de poliaminas (GALSTON; KAUR-SAWHNEY, 1990). O efeito anti-senescente das poliaminas exógenas tem sido demonstrado por retardar a perda de clorofila em protoplastos e inibir a atividade de proteases, enquanto que, concomitantemente, há um aumento da síntese de DNA e RNA, e ainda, divisão celular (KAUR-SAWHNEY et al., 1982).

Todos estes efeitos podem estar associados com a propriedade anti-etileno das poliaminas, principalmente, pela habilidade de inibir a atividade *in vitro* e a

produção de etileno (GALSTON; KAUR-SAWHNEY, 1990). Tomates Alcobaca (RASTOGI; DAVIES, 1991) e Liberty (SAFTNER; BALDI, 1990), com vida de prateleira maior, mostram teor de putrescina maior que outras variedades. Neste trabalho com manga, nota-se que os frutos do tratamento com embalagem sem vácuo mostraram menores teores de putrescina, porém, sem efeito significativo nas peroxidases ou ascorbato peroxidase. Geralmente, as poliaminas previnem a senescência pela inibição de enzimas essenciais para a síntese de etileno (KE; ROMANI, 1988; ROBERTS et al., 1986).

Poliaminas retardam o amadurecimento e a senescência da maioria dos frutos. O gene SAM (S-adenosil metionina) de leveduras foi transferido para plantas de tomates, resultando num aumento dos níveis de putrescina durante o amadurecimento de tomate transgênico, seguido pelo aumento da vida útil (METHA et al., 2002). Isto poderia ser relacionado à inibição da transcrição, síntese e atividade da ACC sintase em tomates, resultando numa diminuição dos níveis de ACC e, finalmente, uma diminuição na atividade da ACC oxidase e produção de etileno. Neste trabalho com manga, nota-se que os níveis de putrescina foram maiores nos tratamentos com embalagem Xtend com vácuo e 1-MCP com embalagem com e sem vácuo. Tratamento com 1-MCP e embalagem sem e com vácuo induziram diminuição nos níveis de putrescina ao 14º dia, o que pode ter auxiliado na manutenção dos maiores teores de vitamina C, menor carboidrato (total e redutor), menor SS, AT e pH, colaborando, também, para o aumento da vida útil desses frutos. Por outro lado, não é possível fazer essa relação com as demais poliaminas analisadas. Em abacates, poliaminas induziram diminuição na biosíntese de etileno pela inibição da ACC sintase (WINER; APELBAUM, 1986). Outro trabalho que também obteve resultados semelhantes foi descrito por Toumadje e Richardson (1988), com pêra.

4.2.14 Peroxidase

A variação da atividade da peroxidase, após um período de armazenamento, pode ser atribuída ao estresse gerado pela senescência, quando ocorre a formação de radicais livres, como peróxidos, promovendo o aumento na atividade da enzima.

A atividade da peroxidase (Figura 32) mostrou aumento nos frutos de manga ‘Tommy Atkins’ em todos os tratamentos utilizados.

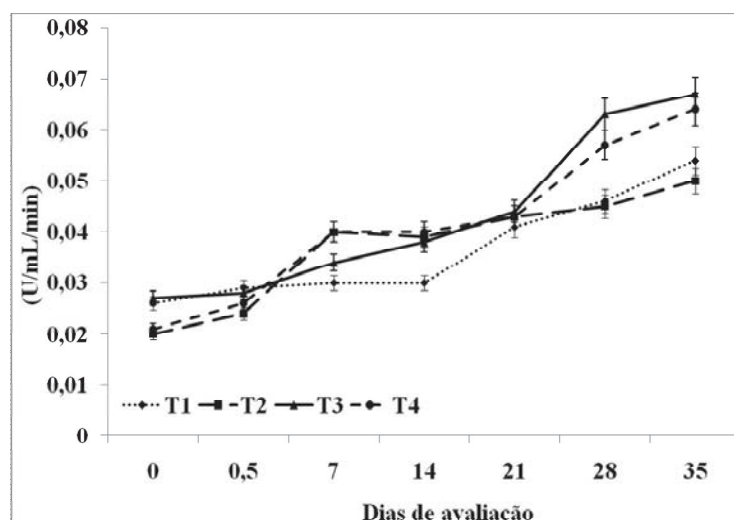


Figura 32 - Atividade da peroxidase em (U/mL/min em peso fresco) em manga ‘Tommy Atkins’ sob atmosfera modificada e refrigeração a 10°C e 70 ± 5% UR, por 35 dias. Botucatu - SP, 2010.

O uso de 1-MCP não atrasou a evolução da atividade da peroxidase, quando comparado com o uso de Xtend sem vácuo. Um pico pode ser observado no 28º dia, após o início do experimento, em ambos os tratamentos. Por outro lado, o uso do vácuo não induziu esse pico nos frutos de manga. Nota-se aumento gradativo, com máximo ao 35º dia após a colheita. Outros autores também verificaram resultados semelhantes em manga, como o estudo de Singh e Dwivedi (2008) em frutos da var. Dashehari.

É bem descrito na literatura que, alguns cultivares de manga são altamente perecíveis e, em alguns casos, o mercado consumidor não aceita devido à qualidade, que é afetada por diversos fatores, entre eles a oxidação de seus compostos (JIMENEZ et al., 2002) por enzimas como a peroxidase.

O 1-MCP aumentou a atividade da peroxidase apenas nos dois últimos dias de avaliação, para o tratamento com a concentração de 600 nnL L⁻¹ com embalagem a vácuo, e no último dia de avaliação, para o tratamento com a concentração de 600 nnL L⁻¹ com embalagem sem vácuo. Geralmente, o 1-MCP tende a aumentar a atividade das enzimas da classe das oxidoredutases, como fenilalanina amônia liase e peroxidase, as quais estão

associadas ao mecanismo de defesa vegetal (LIU et al., 2005), o que possivelmente está ocorrendo nos tecidos apenas no final, já que a alta atividade aparece somente no fim do experimento. Por outro lado, de acordo com Pesis et al. (2003), o 1-MCP tem a propriedade de induzir diminuição na atividade de enzimas como a peroxidase e clorofilase, evitando por mais tempo o processo de senescência.

Assim, no caso de peroxidases deste trabalho, especificamente, o uso da combinação de 1-MCP + Xtend sem e com vácuo, sob refrigeração, não alterou a atividade de peroxidases em manga ‘Tommy Atkins’, podendo ser um indício do seu uso para o controle do amadurecimento em combinação com embalagem e refrigeração.

4.2.15 Ascorbato Peroxidase

A atividade da ascorbato peroxidase aumentou com o tempo de armazenamento em todos os tratamentos (Figura 33), sendo mais pronunciada no tratamento contendo 1-MCP e embalagem Xtend, sem vácuo. Pode ser notado, através de uma comparação com a Figura 9, que o aumento da atividade coincide com a diminuição de ácido ascórbico, assim como o teor de vitamina C nos tecidos de manga ‘Tommy Atkins’ (Figura II.8). Por outro lado, as maiores atividades de ascorbato observadas não coincidem com os menores valores de vitamina C ou ácido ascórbico.

A determinação do conteúdo de ácido ascórbico em vegetais é muito importante, pois, além de seu papel fundamental na nutrição humana (GUTHRIE, 1989), sua degradação pode favorecer o escurecimento não enzimático (ABD; ZAKI, 1974), e causar aparecimento de sabor estranho (BERNHARDT et al., 1979). Além disso, o ácido ascórbico é um importante indicador, pois sendo a vitamina mais termolábil, sua presença no alimento indica que, provavelmente, os demais nutrientes também estão sendo preservados (BENDER et al., 1976). A degradação do ácido ascórbico pode também ser degradada pela ascorbato peroxidase, diminuindo o valor nutritivo dos frutos durante a senescência. Como uma peroxidase, essa enzima tende a aumentar a atividade com a evolução do etileno (GASPAR et al., 1982).

A ascorbato oxidase pode ser encontrada em vegetais como hortaliças,

frutas e cereais diversos, podendo estar na forma solúvel ou ligada à parede celular (HALLAWAY et al., 1970). Moser e Kanellis (1994) observaram o aumento da atividade da ascorbato oxidase durante o amadurecimento em melões. As alterações ou flutuações observadas na atividade da ascorbato oxidase, neste trabalho com manga ‘Tommy Atkins’, pode ser devido à análise apenas das enzimas solúveis e existiria, ainda, uma quantidade de enzima ligada à parede celular, não determinada, que poderia estar influenciando os níveis em manga.

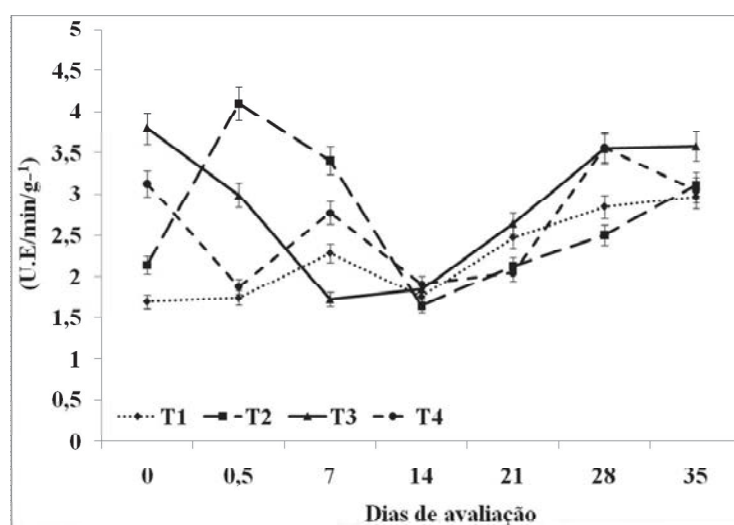


Figura 33 - Atividade da ascorbato peroxidase em (U.E./min/g⁻¹ em peso fresco) em manga ‘Tommy Atkins’ sob atmosfera modificada e refrigeração a 10°C e 70 ± 5% UR, por 35 dias. Botucatu - SP, 2010.

Outros autores observaram que ocorre uma correlação negativa entre a atividade desta enzima e o teor de ácido ascórbico, como o trabalho de Cardello e Cardello (1998) e MOSER e KANELIS (1994).

4.3 EXPERIMENTO III - QUANTIFICAÇÃO DE ANTIOXIDANTES EM FRUTAS E HORTALIÇAS

4.3.1 Flavonoides

Os frutos e hortaliças analisados neste experimento demonstraram correlação direta, contudo, para se estabelecer uma relação direta de cada grupo ou composto fenólico, seria necessário um estudo específico com os compostos isolados, assim como, para se determinar as quantidades diárias necessárias e ideais de antioxidantes na alimentação equilibrada, levando em consideração as diversas variáveis e condições de vida de cada indivíduo. Entretanto, observa-se neste estudo que, mesmo as amostras sendo congeladas, mantiveram suas propriedades, como excelentes fontes de compostos fenólicos com capacidades antioxidantes.

Os valores médios de flavonoides obtidos nos frutos e hortaliças analisados no presente estudo podem ser encontrados na Figura 34. Entre os frutos analisados, os teores de flavonoides variaram de 660,68 a 438 mg-100g⁻¹ de massa fresca para a ameixa e amora, respectivamente, e de 258,24 e 175,24 mg-100g⁻¹ de massa fresca para damasco e maçã granny, respectivamente.

Entre as hortaliças, os valores médios variaram de 983,98 a 291,26 mg-100g⁻¹ de massa fresca para o morango e alcachofra, respectivamente.

Os vegetais, em particular os frutos, apresentam em sua constituição vários compostos com ação antioxidante, os quais incluem o ácido ascórbico, carotenoides e polifenóis. O conteúdo de polifenóis em alimentos pode variar por diversos fatores, como a região geográfica de plantio, variação à exposição solar, método de cultivo e fertilização aplicados, cultivar analisado, dentre outros (MÉLO et al., 2006).

A capacidade antioxidante em frutos e hortaliças foi estudada por Kevers et al. (2007), os quais observaram que a uva preta apresentou o maior teor de flavonoides, seguida pela laranja, ameixa e amora, baixos teores foram relatados em banana, uva verde, damasco, kiwi, pêra e nectarina. Dados esses que vem corroborar com os resultados do presente estudo onde foi verificado o maior conteúdo de flavonoides para uva Rubi e

ameixa e os menores teores foram encontrados em maçã Granny, damasco, pêsego e Kiwi. Entre as hortaliças estudadas pelos autores, o morango, espinafre, aspargos, feijão e pimenta vermelha mostraram maiores conteúdos de flavonoides. Resultados semelhantes foram encontrados no presente estudo para as hortaliças, morango e aspargos, incluindo o tomate cereja. Por outro lado, brócolis, alho, aipo, alho-poró, pepino e cenoura de acordo com os autores, apresentam conteúdo de flavonoides muito baixa.

Segundo Antunes et al. (2006), os compostos fenólicos de amora preta apresentou os valores de 443,66 e 382,83 mg-100g⁻¹ de polpa, para ‘Comanche’ e ‘Brazos’, respectivamente, resultado similar foi encontrado no presente estudo.

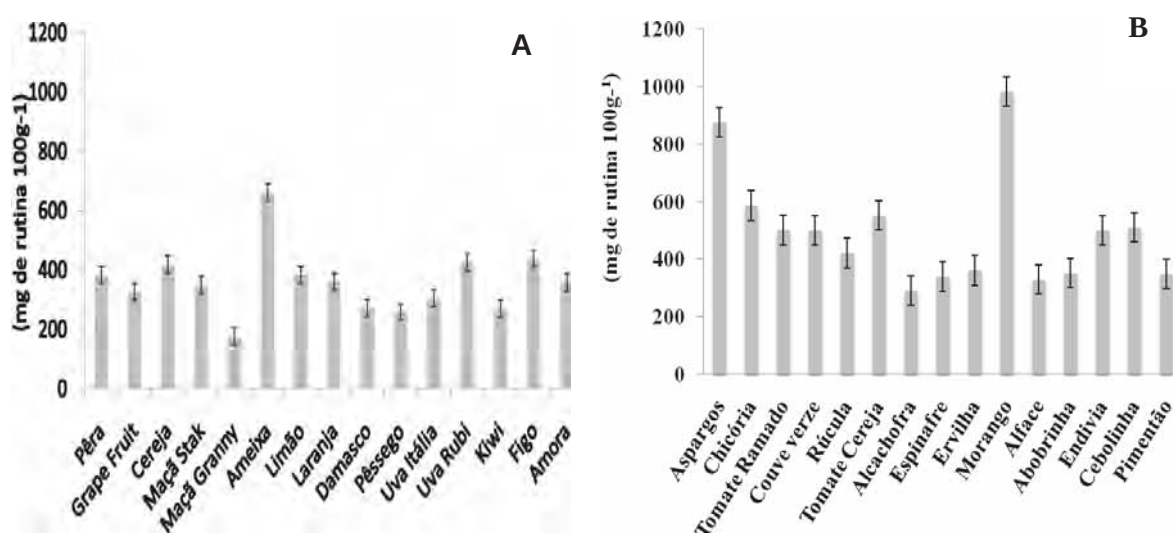


Figura 34 - Flavonoides totais em (mg de rutina 100g⁻¹ em peso fresco) em frutas (A) e hortaliças (B) (triplicata de extração $\pm$ desvio padrão), Padova - IT, 2010.

Arabbi et al. (2004) quantificaram os flavonóides presentes em alface, pimentão, cebolinha, cebola roxa, chicória e rúcula comumente consumidos no Brasil. Verificaram que o conteúdo total de flavonóides, em vegetais de diferentes épocas de colheita, apresentaram grandes variações, como em chicória (380,1 mg/100g), rúcula (118,1 mg/100g) e alface lisa (104,2 mg/100g).

De acordo Kuskoski et al. (2006), analisando a quantidade de polifenóis em polpas de diversos frutos, verificaram que a concentração de compostos fenólicos no mirtilo foi superior ao dos frutos de jambolão, açaí e morango. Comparando os

resultados descritos pelos autores com o do presente estudo, nota-se que o morango cultivado na região de Padova mostrou valores superiores de flavonoides.

Os resultados encontrados no presente estudo sugerem que, nas amostras analisadas, a quantidade de polifenóis pode refletir em uma significativa capacidade antioxidante.

Estes resultados sugerem que a partir da concentração de polifenóis no fruto se pode ter uma base de sua capacidade antioxidante, pois essa atividade é derivada principalmente da contribuição dos compostos fenólicos das frutas (WANG et al., 1996).

4.3.2 Compostos fenólicos

A determinação do teor de compostos fenólicos totais se faz muito importante, pois vários estudos têm demonstrado que eles são os principais responsáveis pela atividade antioxidante dos vegetais. Nas Figuras 35A e 35B, apresenta-se o teor de compostos fenólicos totais.

Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico/100g⁻¹ de amostra, e nota-se que houve diferença significativa para a grande maioria das amostras.

Para avaliar o conteúdo de compostos fenólicos foram realizados no presente estudo dois métodos de extração, nos quais foram utilizados como extratores o metanol 100% e a acetona 50%.

O uso do metanol (100%) no processo possibilitou a extração de um maior teor de polifenóis nos frutos e hortaliças em estudo, com exceção da maçã granny e o pêsego, que exibiram menores teores de fenólicos totais no extrato metanólico. Para os frutos de pêra, cereja e figos, o teor de polifenóis foi igual nas respectivas extrações. Para as hortaliças, a extração com metanol (100%) também proporcionou um maior teor de polifenóis, para a maioria das hortaliças em estudo (Figura 35A e 35B). Evidencia-se, portanto, que a maior parte dos compostos fenólicos dessas frutas apresentou maior polaridade, portanto, são mais hidrossolúveis.

De acordo Kevers et al. (2007), estudando diferentes método, de extração de compostos fenólicos em frutos e hortaliças, observaram que o morango,

apresentou maior capacidade antioxidante, seguido pela pimentas (vermelha, amarela e verde) espinafre, brócolis e alho.

O alto teor de compostos fenólicos totais encontrados em amora-preta no presente estudo também foi reportado por diversos autores para amoras de cultivares diferentes encontradas nos Estados Unidos e Brasil (HASSIMOTTO et al., 2008; WANG et al., 2008).

A quantificação de compostos fenólicos totais é uma estimativa do conteúdo de todos os compostos pertencentes às classes de compostos fenólicos em uma amostra.

Quando comparado com dados reportados por Chim. (2008) (569,89 mg ác. gálico.100g⁻¹fruta), os resultados encontrados neste estudo para a amorapreta são bem superiores (1766,70 mg ác. gálico/100g⁻¹fruta) utilizando o solvente metanol e (489,03 mg ác. gálico.100g⁻¹fruta) utilizando o solvente acetona (Figura 35A). Essa diferença no conteúdo de fenóis pode estar relacionada à diferença de metodologias empregadas na extração da amostra. Chim (2008) utilizou somente o suco obtido da prensagem da polpa da fruta e neste estudo, utilizou-se uma extração dos compostos da polpa com o uso de metanol 100% e acetona 50%, respectivamente.

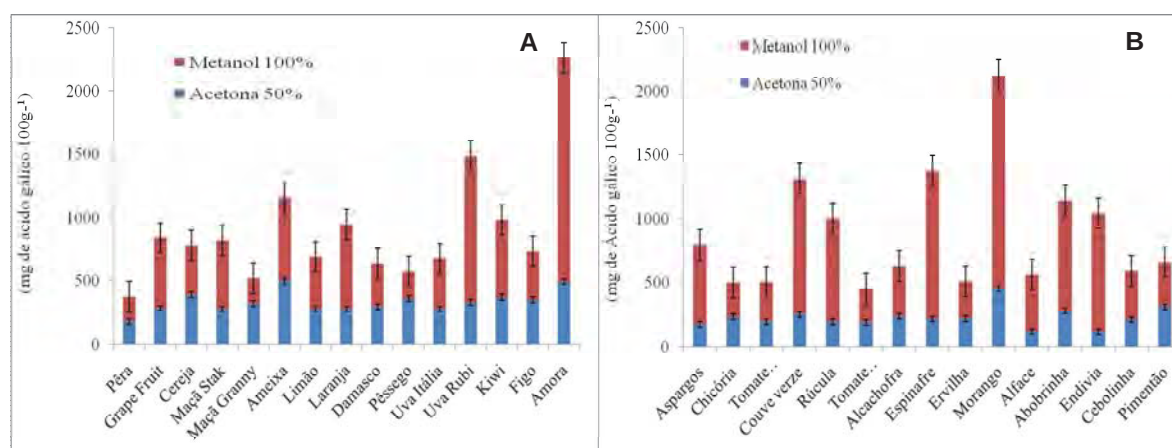


Figura 35 - Conteúdo de fenóis totais em (mg de ácido gálico 100g⁻¹ de peso fresco) em frutas (A) e hortaliças (B) (triplicata de extração $\pm$ desvio padrão), Padova - IT, 2010.

Os vegetais, em particular as frutas, apresentam em sua constituição vários compostos com ação antioxidante, os quais incluem a vitamina C, carotenoides e

polifenóis. A quantidade e o perfil destes fitoquímicos variam em função do tipo, variedade e grau de maturação da fruta bem como das condições climáticas e edáficas do cultivo (LEONG; SHUI, 2002). Para avaliar a capacidade antioxidante de um vegetal se faz necessário obter o máximo de extração dos compostos bioativos, os quais apresentam polaridade diferenciada. Desta forma, a solubilidade em um determinado solvente é característica peculiar do fitoquímico, o que explica a inexistência de um procedimento de extração universal.

4.3.3 Determinação da Atividade Antioxidante

O estudo comparativo da atividade antioxidante é de grande importância, pois é desejável não apenas a partir de um ponto de vista acadêmico, mas também de interesse dos produtores e consumidores.

Dentre os vegetais, os que conseguiram reduzir maior quantidade de Fe_3^+ em Fe_2^+ foram o espinafre, a rúcula e o morango, que mostraram grandes diferenças, na ordem de 10 vezes entre o maior e o menor valor, comparando com a ervilha conforme pode ser visualizado (Figura 36B). Os menores resultados foram apresentados pelas amostras de ervilha, chicória, alcachofra, cebolinha e pimentão. Esses valores estão de acordo com os obtidos por diversos autores, mostrando que a capacidade antioxidante pode ser devida ao teor de compostos fenólicos presentes em frutas e hortaliças (LÓPEZ-ROCA, 2006; THAIPONG et al., 2006).

Para os frutos, as melhores atividades foram encontradas na ameixa, limão, laranja e amora, e as menores atividades foram encontradas no damasco, kiwi e figo (Figura 36A).

De acordo com Martinez-Valverde et al. (2002), estudando o conteúdo de $\text{Fe}_2+\text{E kg}^{-1}$ de nove cultivares de tomate, provenientes da Espanha, observaram que os valores variaram entre 27,26 e 49,86 mg de ácido ferúlico por 100g (base úmida). Os dados descritos pelos autores foram inferiores ao encontrado no presente estudo no qual foi observado, para tomate ramado valor de 167 mg $\text{Fe}_2+\text{E kg}^{-1}$ p.s (peso seco).

Os efeitos e defesa dos antioxidantes naturais das frutas e vegetais estão relacionados a três grandes grupos: as vitaminas, compostos fenólicos e carotenoides. O

ácido ascórbico e composto fenólicos são conhecidos como antioxidantes hidrofílicos, enquanto que os carotenoides são conhecidos como antioxidantes lipofílicos (THAIPONG et al., 2006).

A atividade antioxidante pode depender de vários fatores, incluindo as propriedades coloidais dos substratos, as condições e etapas de oxidação, a formação e estabilidade dos radicais, assim como a possível localização dos antioxidantes e estabilidade em distintas fases do processamento nos alimentos. Como descrevem Pérez-Jiménez e Saura-Calixto (2006), as diferenças observadas na atividade antioxidante, quando são utilizados diferentes solventes extratores, podem ser maiores se a amostra analisada for um alimento, visto que representa uma matriz complexa de diferentes componentes, que podem estabelecer, entre si e com os solventes, inúmeras e diferentes interações.

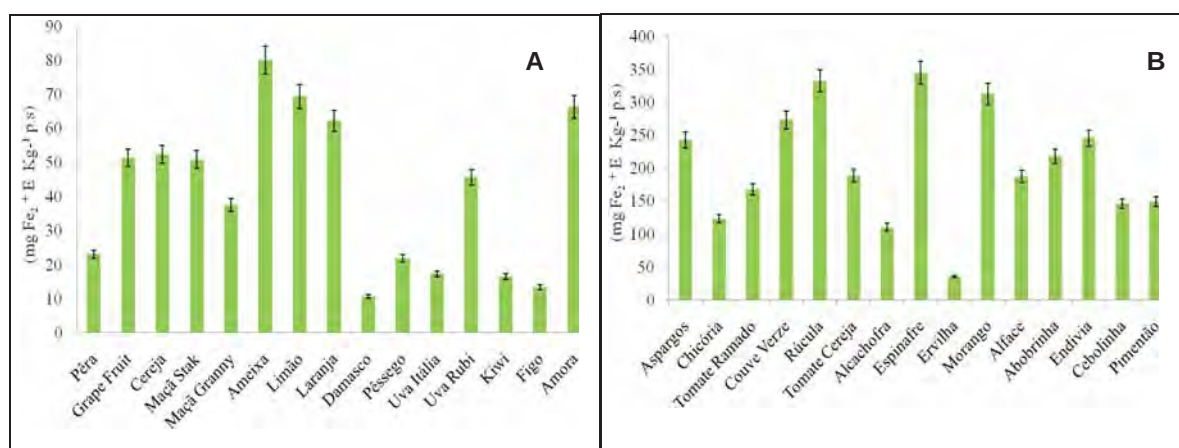


Figura 36 - Conteúdo de antioxidante em (mg de Fe₂⁺ E. Kg⁻¹ peso seco) em frutas (A) e hortaliças (B) (triplicata de extração ± desvio padrão), Padova - IT, 2010.

4.3.4 Aminoxidase

As concentrações de amins estão representadas na Figura 37, nas quais foi observada maior atividade nos frutos de pêssego, seguido pela cereja, maçã granny e damasco. Não foi observada atividade nos frutos de limão siciliano. Pode-se observar que a atividade enzimática da aminoxidase mostrou variações nos tecidos vegetais estudados, o que pode ser atribuída ao grau de maturação, luz e temperatura, onde a maior concentração de poliaminas ocorre nos primeiros estádios de desenvolvimento dos frutos.

A concentração de amins nos tecidos vegetais varia com o grau de maturação, luz e temperatura. A maior concentração ocorre nos primeiros estádios de desenvolvimento dos frutos (tecidos do mesocarpo), declinando em cerca de 30% até o completo amadurecimento. No entanto, os dados publicados sobre a sua concentração no mesmo tipo de fruto são variados, possivelmente em decorrência do grau de maturação à época da análise. Esses compostos parecem apresentar especificidade em relação às espécies vegetais, pois compostos diferentes foram identificados em espécies diversas (GLÓRIA, 2005).



Figura 37 - Aminoxidase em (μM de amins em peso fresco) em frutas (A) e hortaliças (B) (triplicata de extração $\pm$ desvio padrão), Padova - IT, 2010.

As amins oxidases são enzimas muito importantes na degradação de poliaminas, essa degradação pode ser afetada pela variedade, cultivar, estresse, choque osmótico, deficiência mineral, pH baixo, dessecação, desenvolvimento e maturação. Já a deficiência de potássio e magnésio e altas concentrações de amônia no solo podem provocar um acúmulo de amins nos vegetais (ROBINSON, 1987).

Basso e Smith (1974), estudando a deficiência mineral em cevada, rabanete, ervilha, feijão e espinafre, observaram nesses vegetais uma menor atividades e maior acúmulo de poliaminas. A deficiência de potássio e magnésio causou acúmulo de

putrescina nas folhas, baseado nestes dados, os autores sugeriram que o teor de amina oxidase poderia ser usado, como um indicador de deficiência destes minerais para as plantas.

Nas diferentes partes de um vegetal e variedade, podem ser encontradas variações nos teores de amino oxidase, como foi demonstrado para berinjela, os quais foram menores na polpa, diferindo da casca e do miolo de acordo (WANG; STEFFENS 1985). Dados que vem corroborar com os resultados do presente estudo, no qual se observou que determinados vegetais tem mais outros menos amino oxidase, podemos dizer que houve degradação de poliaminas, gerando peróxidos. Nos frutos que não foram observados teores de amino oxidase ou um teor pequeno deve-se à maior atividade, por isso tem menos poliaminas e mais radicais.

Das amina oxidases detectadas por Starling (1998), estudando as inflorescências de brócolis e couve-flor, a espermidina foi encontrada em maior quantidade, sugerindo a sua predominância nos tecidos em fase de crescimento, o mesmo ocorreu para as hortaliças folhosas, cebolinha e espinafre, isso significa que nesse estágio de crescimentos dos vegetais, ainda não houve degradação de poliaminas.

4.3.5 Carotenoides Totais

Os conteúdos de carotenoides totais dos diferentes vegetais em estudo estão apresentados na Figura 38.

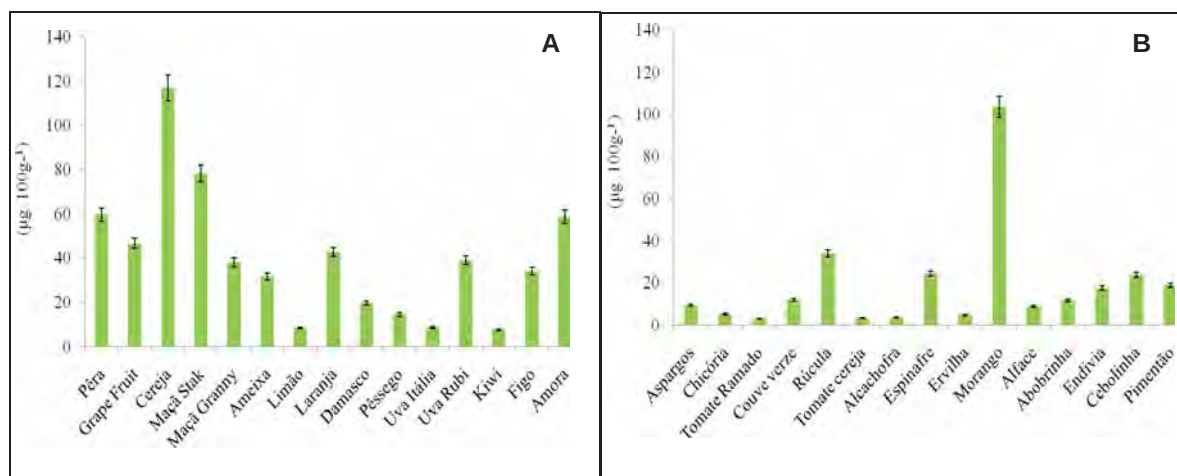


Figura 38 - Carotenoides totais em ($\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de peso fresco) em frutas (A) e hortaliças (B) (triplicata de extração $\pm$ desvio padrão), Padova - IT, 2010.

Os frutos que apresentaram maior quantidade de carotenoides totais foram cereja, amora, pêra, laranja, uva Rubi e ameixa, com valores 116,74; 58,60; 59,44; 42,63; 38,91 e 31,53 $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de carotenoides totais em massa fresca, respectivamente. E entre as hortaliças o morango, a rúcula e o espinafre mostraram os maiores valores de carotenoides totais, 103,48; 33,87 e 24,28 $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ em peso fresco.

Já os frutos de damasco, pêssego, limão Siciliano, uva Itália e kiwi obtiveram os menores teores de carotenoides, esses valores de carotenoides eram esperados, uma vez que a coloração da polpa de damasco, pêssego e limão Siciliano não estão dentro da faixa de cor dos carotenoides, que variam do amarelo ao vermelho (MAIA et al., 2007). Sentanin e Rodriguez-Amaya (2007), avaliando os conteúdos de carotenoides em algumas cultivares de pêssegos, observaram níveis muito baixos, o que vem corroborar com o resultado encontrado no presente estudo. Os teores de carotenoides em pêssego apresentam valores em torno de (13 $\mu\text{g}/100\text{g}$) valor semelhante foi encontrado no presente estudo com um valor de 14,40 $\mu\text{g}/100\text{g}$ em massa fresca.

Segundo Lourenço (2008), os níveis de ingestão de carotenoides totais considerados prudentes são de 9 a 18mg/dia, portanto, as variedades estudadas, que apresentam valores superiores aos descritos por Lourenço (2008), são boas fontes de carotenoides totais.

4.3.6 Vitamina C

Um alto teor de vitamina C é uma característica desejável e de muita importância do ponto de vista nutricional (Figura 39).

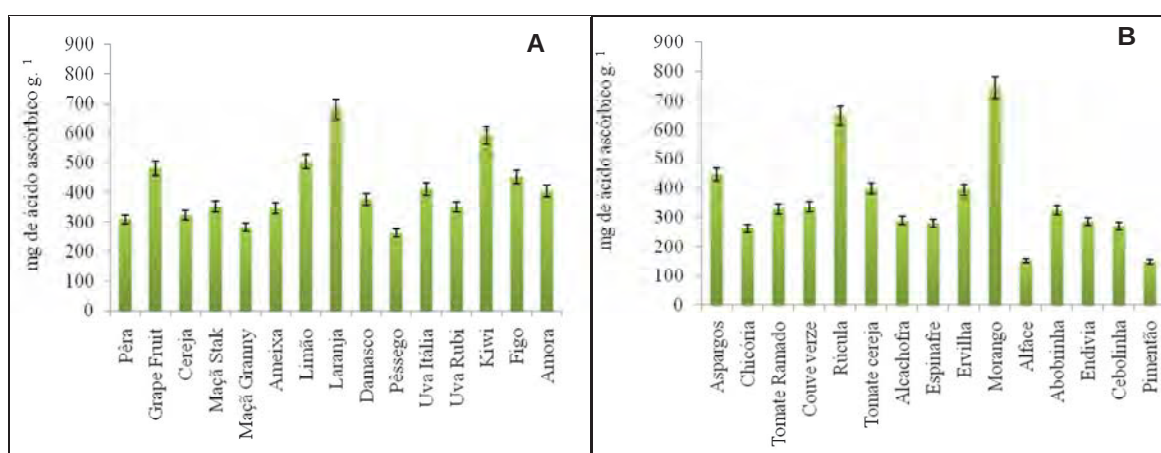


Figura 39 - Vitamina C (mg de ácido ascórbico 100g⁻¹ em peso fresco) em frutos (A) e Hortaliças (B) Padova - IT, 2010.

De acordo Kevers et al. (2007), estudando a evolução da capacidade antioxidante em frutos e hortaliças relataram que o limão, laranja, banana e kiwi possuem o maior teor em ácido ascórbico ($\pm 50 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ de AA). E entre as hortaliças o maior conteúdo de ácido ascórbico foi encontrado em pimenta com um valor de ($150 \text{ mg}/100 \text{ g}^{-1}$ de AA) seguido pelo alho-poró, brócolis e espinafre com um conteúdo de AA acima de $10 \text{ mg}/100 \text{ g}^{-1}$.

Os teores de ácido ascórbico encontrados na pêra ($0,308 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de AA) se assemelham aos encontrados por Hernández e González (2005), já para maçã e pêssego da cultivar Granada, Assunção; Mercadante (2003) encontraram teores de $1,023$ e $1,138 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ respectivamente, resultados superiores aos encontrados no presente estudo, nos quais os valores foram bem inferiores para as mesmas frutas em estudo $351,70 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ para maçã e para o pêssego $262,88 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ de AA para o pêssego.

Segundo Pilon et al. (2006), estudando ácido ascórbico em pimentão vermelho minimamente processado, encontraram valores próximos a $133 \text{ mg}/100 \text{ g}^{-1}$. Valor

semelhante foi encontrado no presente estudo em pimentão vermelho, com valor de 155 mg/100g⁻¹. Já Hussein et al. (2000) observaram valores em torno de 83 mg/100g⁻¹.

Pesquisa, tendo por base tomate *in natura* proveniente de Singapura, revelou teor de ácido ascórbico de 11 mg/100g⁻¹ de fruto (LEONG; SHUI, 2002). Os cultivares Excell e Aranca, produzidos em sistema hidropônico (em estufas) na Nova Zelândia, apresentaram teores de ácido ascórbico de 9,34 mg/100g⁻¹ e 24,97 mg/100g⁻¹ (base úmida), respectivamente (SAHLIN et al., 2004).

5. CONCLUSÕES

Nas condições em que os experimentos foram conduzidos, pôde-se concluir que:

- O uso de 1-MCP isolado ou associado com atmosfera modificada (Xtend) retardou o metabolismo fisiológico do amadurecimento dos frutos, através da redução da perda de massa, da manutenção de maior firmeza da polpa, da retenção de ácidos orgânicos, da conservação da vitamina C, da inibição da síntese dos açúcares solúveis e do aumento da relação SS/AT.
- A concentração de 600 nL L⁻¹ de 1-MCP foi a mais eficiente em manter a qualidade dos frutos.
- Os vegetais estudados na Itália apresentaram em sua constituição compostos com ação antioxidante, os quais incluem o ácido ascórbico, carotenoides e polifenóis.
- As quantidades destes fitoquímicos variaram em função das variedades dos vegetais em estudo.

6. REFERÊNCIAS

- ADAMS, J. B. Review: enzyme inactivation during heat processing of food stuffs. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 26, p.1-20, 1991.
- ADAMS, J. B. Regeneration and the kinetics of peroxidase inactivation. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 60, n. 2, p. 201-206, 1997.
- ADÃO, R. C.; GLÓRIA, M. B. A. Bioactive amines and carbohydrate changes during ripening of 'Prata' banana (*Musa acuminata* x *Musa balbisiana*). **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 90, p. 705-711, 2005.
- AGRIANUAL 2008: **anuário estatístico da agricultura brasileira**. São Paulo, 2007.
- AGOSTINI-COSTA, T. S.; ABREU, L. N.; ROSSETTI, A. G. Efeito do congelamento e do tempo de estocagem da polpa de acerola sobre o teor de carotenóides. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 25, n. 1, p. 56-58, 2003.
- AINA, J. O.; OLADUNJOYE, O. O. Respiration, pectolytic activity and textural changes in ripening african mango (*Irvingia gabonensis*) fruits. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 63, n. 4, p. 451-454, Apr. 1993.
- ALI, Z. M.; ARMUGAN, S.; LAZAN, H. Beta-galactosidase and its significance in ripening mango fruit. **Phytochemistry**, New York, v. 38, p. 1109-1114, 1995.
- ALI, Z. M.; CHIN, L.; LAZAN, H. A comparative study on wall degrading enzymes, pectin modifications and softening during ripening of selected tropical fruits. **Plant Science**, Limerick, v. 167, n. 2, p. 317-327, 2004.
- ALMEIDA, A. S. et al. Conservação de melão *cantaloupe* 'acclaim' submetido à aplicação pós-colheita de 1-MCP. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 19, jul. 2001. Suplemento. 1 CD-ROM.
- ALMEIDA, C. O.; SILVA SOUZA, J. **Manga: tendências de mercado**. Embrapa, 2004. Disponível em: <<http://www.embrapa.br>>. Acesso em: 20 jul. 2010.

ALMEIDA, G. C. et al. Atraso do amadurecimento de banana 'maçã' pelo 1-MCP, aplicado previamente a refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 28, n. 2, p. 319-321, 2006.

ALVES, J. A. et al. Cinética de degradação de vitamina C em mangas 'palmer' minimamente processadas armazenadas em diferentes temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 714-721, 2010.

ALVES, R. M. V.; SIGRIST, J. M.; PADULA, M. Atmosfera modificada em mangas 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 20, n. 2, p. 220-228, ago. 1998.

AMERICAN ORGANIZATION OF ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods as analysis of the association of official analytical chemistry**. Washington, DC, 1992. 1115 p.

ANSARI, M. A. et al. Polyphenolsof *Mangifera indica*. **Phytochemistry**, New York, v. 10, p. 2239-2241, 1971.

ANTUNES, L. E. C; GONÇALVES, E. D.; TREVISANET, R. Alterações de compostos fenólicos e pectina em pós-colheita de frutos de amora-preta. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 1, p. 57-61, jan./mar. 2006.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2011. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2010. 136 p.

APELBAUM, A. et al. Polyamines inhibit biosynthesis of ethylene in higher plant tissue and fruit protoplast. **Plant Physiology**, Washington, DC, v. 68, p. 453-456, 1981.

ARAÚJO, P. S. R.; MINAMI, K. **Acerola**. Campinas: Fundação Cargill, 1994. 8 p.

ARGENTA, L. C.; MATTHEIS, J.; FAN, X. Retardamento da maturação de maçãs 'Fuji' pelo tratamento com 1-MCP e manejo da temperatura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 23, n. 2, p. 270-273, ago. 2001.

ASHRAF, M. et al. Studies on the pectinesterase activity and some chemical constituents of

some Pakistan mango varieties during storage ripening. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 29, n. 3, p. 526-528, May/June 1981.

ASSIS, J. S.; SILVA, D. J.; MORAES, P. L. Equilíbrio nutricional e distúrbios fisiológicos em manga 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 26, n. 2, p. 326-329, ago. 2004.

ASSUNÇÃO, R. B.; MERCADANTE, A. Z. Carotenoids and ascorbic acid composition from commercial products of cashew apple (*Anacardium occidentale* L.). **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 16, n. 6, p. 647-657, 2003.

AZIZ, P. A.; YUSOF, S. Physico-chemical characteristics of soursop fruit (*Annona muricata*) during growth and development. **ASEAN Food Journal**, New York, v. 9, n. 4, p. 147-150, Oct./Dec. 1994.

AZIZ, A; MARTIN-TANGUY, J.; LARHER, F. Plasticity of polyamine metabolism associated with high osmotic stress in rape leaf discs and with ethylene treatment. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 21, p. 153-163, 1997.

AWAD, M. Anormalidades fisiológicas. In: AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. p. 103-111.

AWAD, A. M.; JAGER, A.; van WESTING, L. M. Flavonoid and chlorogenic acid levels in apple fruit: characterization of variation. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 83, p. 249-263, 2000.

AWAD, M. A. et al. Flavonoid and chlorogenic acid changes in skin of 'Elstar' and 'Jonagold' apples during development and ripening. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 90, p. 69-83, 2001.

AWASTHI, R. K.; PANDEY, I. C. Physico-chemical composition and canning suitability of mango varieties. **Indian Food Packer**, New Delhi, v. 34, n. 3, p. 60-63, May/June 1980.

BAHORUN, T. et al. Phenolics as potential antioxidant therapeutic agents: Mechanism and actions. **Mutation Research**, Amsterdam, v. 579, p. 200-213, 2005.

BARDÓCZ, S. Polyamines in food and their consequences for food quality and human health. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v. 6, p. 341-346, 1995.

BARRACHINA, A. C. et al. Polyamines: Biosyntheses, metabolism, and their role in ripening and postharvest handling of fruit. **Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 6, n. 2, p. 85-95, 2000.

BEM-YEHOSHUA, S. Individual seal-packaging of fruit and vegetables in plastic film a new postharvest technique. **Hortscience**, Alexandria, v. 20, n. 1, p. 32-37, Feb. 1985.

BENAVIDES, M. P. et al. Relationship between polyamines and paraquat toxicity in sunflower leaf discs. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 31, n. 3, p. 215-224, 2000.

BENDER, A. E. **Food processing and nutrition**. London: Academic Press, 1978. 243 p.

BEER, D. et al. Antioxidant activity of South African red and white cultivar wines: Free radical scavenging. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Easton, v. 51, p. 902-909, 2003.

BERNARDES-SILVA, A. P. F. **Perfil de carboidratos de diferentes cultivares de manga durante o desenvolvimento e amadurecimento**. 2000. 88 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)-Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

BERNADES SILVA, A. P. F.; LAJOLO, F. M.; CORDENUNSI, B. R. Evolução dos teores de amido e açúcares solúveis durante o desenvolvimento e amadurecimento de diferentes cultivares de manga. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 116-120, dez., 2004.

BERNHARDT, L. W. et al. Mudanças que ocorrem durante o armazenamento de frutas e hortaliças congeladas. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 16, p. 9-34, 1979.

BESFORD, R. et al. Effecto of polyamines on stabilization of molecules complexes in the thylakoid membrane of osmotically stressed oat leaves. **Planta**, Berlin, v. 189, p. 201-206, 1993.

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

BLEINROTH, E. W. Matéria-prima. In: MEDINA, J. C. et al. **Frutas tropicais: manga**. São Paulo: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981. p. 243-292.

BLEINROTH, E. W. Manuseio e tratamento de pós-colheita da manga. In: SIMPÓSIO DE MANGICULTURA, 2., 1988, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1988. p. 171-184.

BOTREL, N. Manga: variedades, qualidade e tecnologia pós-colheita. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 179, p. 55-60, 1994.

BOUCHEREAN, A. et al. Polyamines and environmental challenges: recent development. **Plant Physiology**, Washington, DC, v. 140, p. 103-125, 1999.

BRANDÃO, M. C. C. et al. Análise físico-química, microbiológica e sensorial de frutos de manga submetidos à desidratação osmótico-solar. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 25, n. 1, p. 38-41, 2003.

BREGOLI, A. M. et al. 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**, Amsterdam, v. 37, p. 111-121, 2005.

BRODY, A. L. **Envasado de alimentos e atmosferas controladas, modificadas y vacío**. Zaragoza: Acribia, 1996. 220 p.

BURG, S. P.; BURG, E. A. Role of ethylene in fruit ripening. **Plant Physiology**, Washington, DC, v. 37, n. 2, p. 179-189, 1962.

CAMPOS, E. M. **Análise econômica da produção de manga na região do Escritório de Desenvolvimento Rural de Jaboticabal**. 2003. 102 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

CAMPOS, F. M.; ROSADO, G. P. Novos fatores de conversão de carotenóides provitamínicos A. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 3, p. 571-578, 2005.

CARDELLO, H. M. A. B.; CARDELLO, L. Teor de vitamina C, atividade de ascorbato oxidase e perfil sensorial de manga (*Mangifera indica* L.) var. Haden, durante o amadurecimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 211-217, maio/jul. 1998.

CARVALHO, C. R. L. et al. Avaliação de cultivares de mangueiras selecionadas pelo Instituto Agrônomo de Campinas comparadas a outras de importância comercial. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 26, n. 2, p. 264-271, 2004.

CARVALHO, H. A. et al. Efeito da atmosfera modificada sobre componentes da parede celular da goiaba. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 3, p. 605-615, 2001.

CARVALHO FILHO, C. D. **Conservação de cerejas (*Prunus avium* L.), cv. Ambrunés, utilizando coberturas comestíveis**. 2000. 123 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola)-Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

CASTRILLO, M.; KRUGER, N. J.; WHATLEY, F. R. Sucrose metabolism in mango fruit during ripening. **Plant Science**, Clare, v. 84, n. 1, p. 45-51, 1992.

CAVALCA, M. M.; FERREIRA, R. C.; JANZANTI, N. S. Transformações enzimicas das substâncias pécicas da manga haden (*Mangifera indica* L.) no amadurecimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 14, n. 2, p. 189-201, jul./dez., 1994.

CHIM, J. F. **Caracterização de compostos bioativos em amora-preta (*Rubus* sp.) e sua estabilidade no processo e armazenamento de geléias convencional e *light***. 2008. 86 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial)-Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

CHITARRA, A. B. **Armazenamento de frutos e hortaliças por refrigeração**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1999. 58 p.

CHITARRA, M. I. F. Fisiologia e qualidade de produtos vegetais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas.

Armazenamento e processamento de produtos agrícolas: anais... Poços de Caldas: CONBEA, 1998, p. 1-58.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças:** fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL/FAEFE, 2005. 320 p.

CHURCH, N. Developments in modified-atmosphere packaging technology: a review. **Trends in Food Science and Technology**, London, v. 5, p. 345-352, 1994.

CIVELLO, P. M. et al. Peroxidase from strawberry fruit (*Fragaria ananassa* Duch.): partial purification and determination of some properties. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Easton, v. 43, p. 2596-2601, 1995.

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

COCOZZA, F. M. et al. Respiration rate and chemical characteristics of cold stored. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, v. 645, p. 645-650, 2004.

CONEGLIAN, R. C. C.; RODRIGUES, J. D. Influência do etileno sobre características químicas de frutos de manga var. Keitt colhidos em estágio pré-climatérico. Piracicaba. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 51, n. 1, p. 36-42, jan./abr. 1994.

CONEGLIAN, R. C. C.; RODRIGUES, J. D.; BRASIL, O. G. Efeito da aplicação de etileno no pH, acidez, índice refratométrico e açúcares totais de frutos de manga, colhidos em estágio pré-climatérico. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 50, n. 2, p.185-192, 1994.

COSTA, S. M. **Conservação frigorificada de pêssegos ‘Tropic beauty’ irradiados com e sem utilização de permanganato de potássio.** 2008. 58 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura)-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2008.

CORREA, P. C. Avaliação destrutiva e não destrutiva de qualidade de produtos vegetais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 3., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: SBEA, 1998. p. 59-81.

COUTURE, R. et al. Physiological attributes related to quality attributes and storage life of minimally processed lettuce. **Hortscience**, Alexandria, v. 28, p. 723-725, 1993.

CUA, A. U.; LIZADA, M. C. C. Ethylene production in the 'Carabao' mango (*Mangifera indica* L.) fruit during maturation and ripening. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 269, p. 169-179, 1990.

CUNHA, G. A. P. et al. **Manga para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília, DF: EMBRAPA SPI, 1994. 35 p. (Publicações técnicas).

DAMIANI, C. et al. Influência de diferentes temperaturas na manutenção da qualidade de pequi minimamente processado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 203-212, 2008.

DE SOUZA, J. P. et al. Influencia do armazenamento refrigerado em associação com atmosfera modificada por filmes plásticos na qualidade da mangas 'Tommy Atkins' **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 665-668, dez. 2002.

DÍAZ-SOBAC, R. et al. Emulsion coating to extend postharvest life of mango (*Mangifera indica* cv. Manila). **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, v. 20, n. 3, p. 191-202, 1996.

DOLL HOJO, E. T. **Qualidade de mangas 'Palmer' tratadas com 1-metilciclopropeno e armazenadas sob refrigeração**. 2005. 127 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

DOLL HOJO, E. T.; ABREU, C. M. P.; HOJO, R. H. Firmeza de mangas 'Palmer' tratadas com 1-metilciclopropeno e armazenadas sob refrigeração. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1878-1883, 2007.

DOLL HOJO, E. T. et al. Avaliação da qualidade de manga 'Palmer' tratada com 1-metilciclopropeno e armazenada sob refrigeração e condição ambiente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 31, n. 1, p. 28-38, 2009.

DONADIO, L. C. **Variedades brasileiras de manga**. São Paulo: Editora UNESP, 1996. 74 p.

DONG, L.; LURIE, S.; ZHOU, H. W. Effect of 1-methylcyclopropene on ripening of 'Canino' apricots and 'Royal Zee' plums. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 24, n. 2, p. 135-145, Mar. 2002.

DUARTE-ALMEIDA, J. M. et al. Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema β -caroteno/ácido linoléico e método de seqüestro de radicais DPPH. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 446-452, 2006.

DUBOIS, M. et al. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. **Analytical Chemistry**, Washington, DC, v. 28, n. 3, p. 350-356, 1956.

EL-ZOGHBI, M. Biochemical changes in some tropical fruits during ripening. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 49, n. 1, p. 33-37, Jan./Feb. 1994.

EVANGELISTA, R. M. **Qualidade de mangas 'Tommy Atkins' armazenadas sob refrigeração e tratadas com cloreto de cálcio pré-colheita**. 1999. 129 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

EVANGELISTA, R. M.; CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F. Influência da aplicação pré-colheita de cálcio na textura e na atividade das enzimas poligalacturonase, pectinametilesterase e α -galactosidase de mangas "Tommy Atkins", armazenadas sob refrigeração. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 174-181, 2000.

FAN, X.; MATTHEIS, J. P. Impact of 1-Methylcyclopropene and Methyl Jasmonate on apple volatile production. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, Washington, DC, v. 47, n. 7, p. 2847-2853, 1999.

FAN, X.; MATTHEIS, J. P. Yellowing of broccoli in storage is reduced by 1-methylcyclopene. **Hortscience**, Alexandria, v. 35, n. 5, p. 885-887, 2000

FAN, X.; MATTHEIS, J. P. 1-Methylcyclopropene and storage temperature influence responses of 'Gala' apple fruit to gamma irradiation. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 23, n. 2, p. 143-151, Nov. 2001.

FAN, X.; BLANKENSHIP, S. M.; MATTHEIS, J. P. 1-methylcyclopropene inhibits apple ripening. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 124, n. 6, p. 690-695, 1999.

FARAONI, A. S. et al. Efeito dos métodos de conservação, tipos de embalagem e tempo de estocagem na coloração de polpa de manga 'Ubá' produzida em sistema orgânico. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, p. 504-511, 2008.

FENG, X. et al. Control of ethylene responses in avocado fruit with 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 20, p. 143-150, 2000.

FILGUEIRAS, H. A. C. et al. Colheita e manuseio pós-colheita. In: _____. **Manga: pós-colheita**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2000. 40 p.

FLORES, F. et al. Role of ethylene in the biosynthetic pathway of aliphatic ester aroma volatiles in Charentais Cantaloupe melons. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 53, p. 201-206, 2002.

FLORES, H. E.; GALSTON, A. W. Analysis of polyamines in higher plants by high performance liquid chromatography. **Plant Physiology**, Washington, DC, n. 69, p. 701-706, 1982.

FONSECA, S. C.; OLIVEIRA, F. R. A.; BRECHT, J. K. Modelling respiration rate of fresh fruits and vegetables for modified atmosphere packages: a review. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 52, p. 99-119, 2002.

FONTES, R. V. et al. Atividade da pectinametilesterase e sua relação com a perda de firmeza da polpa de mamão cv. Sunrise Solo e Tainung. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 30, n. 1, p. 54-58, 2008.

FORSYTH, J. L.; OWUSU APENTEN, R. K.; ROBINSON, D. S. The thermo stability of purified isoperoxidases from *Brassica oleracea* VAR. *gemmifera*. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 65, p. 99-109, 1999.

FRANKE, A. A. et al. Vitamin C and flavonoid levels of fruits and vegetables consumed in Hawaii. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 7, p. 31-35, 2004.

GALSTON, A. W.; KAUR-SAWHNEY, R. Polyamines as a endogenous growth regulators. In: DAVIES, P.Y. (Ed.). **Plant hormones and their role in plant growth and development**. London: Kluwer Academy Publications, 1987. p. 280-295.

GALSTON, A. W.; SAWHNEY, R. K. Polyamines in plant physiology. **Plant Physiology**, Washington, DC, v. 94, p. 606-610, 1988.

GALSTON, A.W.; KAUR-SAWHNEY, R. Polyamines and plant cells-what's new in plant physiology. **Plant Physiology**, Washington, DC, v. 11, p. 5-8, 1990.

GARCIA-ESTRADA, R. Efecto de 1metilciclopropeno en la presencia de *Colletotrichum gloeosporoides* PENZ durante el mercado de frutos de mango. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, p. 462, 2001.

GARDNER, P. T. et al. The relative contributions of vitamin C, carotenoids of phenolic to the antioxidant potential of fruit juices. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 68, p. 471-474, 2000.

GASPAR, T. H. et al. **Peroxidases**: a survey of their biochemical and physiological roles in higher plants. Genève: Université de Genève, 1982. 313 p.

GEBER, D. Á. O. **Uso de atmosfera modificada no prolongamento da vida pós-colheita de nêspira cv. Mogi**. 2001. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

GIOVANNUCCI, E. et al. Intake of carotenoids and retinol in relation to risk of prostatecancer. **Journal of the National Cancer Institute**, Bethesda, v. 87, p. 1767-1776, 1995.

GIRALDO, G. et al. Influence of sucrose solution concentration on kinetics and yield during osmotic dehydration of mango. **Journal of Food Engineering**, Great Yarmouth, v. 58, n.1, p. 33-43, jun., 2003.

GIRARDI, C. L. Manejo pós-colheita e rastreabilidade da fruta na produção integrada. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 213, p. 75-78, nov./dez. 2001.

GLÓRIA, M. B. A. Bioactive amines. In: HUI, H.; NOLLET, L.L. **Handbook of food science, technology and engineering**. New York: Marcel Dekker, 2005. chap. 13, p. 38.

GOFUR, M.A. et al. Effect of various factors on the vitamin C (ascorbic acid) content of some mango varieties grown in Rajshahi region. **Bangladesh Journal of Scientific Indian Research, Dakha**, v. 29, n. 3, p. 163-171, 1994.

GOLDING, J. B. et al. 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, Sept. 1998.

GOMES, P. **Fruticultura brasileira**. 2010. Disponível em: <<http://www.bibvirt.futuro.usp.br>>. Acesso em: 10 jul. 2010.

GOMEZ-LIM, M. A. Postharvest physiology. In: LITZ, R. E. **The mango: botany, production and uses**. Wallingford: CAB International, 1997. p. 425-446.

GONZALEZ-AGUILAR, G. A. et al. Low oxygen treatment before storage in normal or modified atmosphere packaging of mangoes to extend shelf life. **Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 34, n. 5, p. 399-404, 1997.

GORGATTI NETTO, A. et al. **Manga para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. Brasília, DF: EMBRAPA, 1994. 37 p.

GUERREIRO, L. F.; CAVALCANTE, R.; MACEDO, W. **Manga: estudo de mercado 02/01**. 2001. Disponível em: <<http://www.desenbahia.ba.gov.br>>. Acesso em: 7 jul. 2010.

GUTHRIE, H. A. **Introductory nutrition**. 7th ed. Saint Louis: Mosby, 1989. 656 p.

HALÁSZ, A. et al. Biogenic amines and their production by microorganisms in food. **Trends Food Science & Technology**, Cambridge, v. 5, n. 2, p. 42-49, 1994.

HALLAWAY, M. et al. A critical study of the intracellular distribution of ascorbate oxidase and a comparison of the kinetics of the soluble and cell-wall enzyme. **Phytochemistry**, New York, v. 9, p. 935-944, 1970.

HARRIS, D. R. et al. Effect of fruit maturity on efficiency of 1-methylcyclopene to delay the ripening of bananas. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 20, n. 3, p. 303-308, Nov. 2000.

HASSIMOTTO, N. M. A. et al. Physico-chemical characterization and bioactive compounds of blackberry fruits (*Rubus* sp.) grown in Brazil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 3, p. 702-708, 2008.

HERTOG, M. L. A. T. M.; NICHOLSON, S. E.; BANKS, N. H. The effect of modified atmosphere on the rate of firmness change in 'Braeburn' apple. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 23, n. 2, p. 175-184, 2001.

HOFMAN, P. J. et al. Ripening and quality responses of avocado, custard apple, mango and papaya fruit to 1-methylcyclopene. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Victoria, v. 41, n. 1, p. 567-572, 2001.

HORWITZ, H. **Official methods of analysis of the association of official agricultural chemists**. 16th ed. Washington, DC, 1995. 2v.

HUBBARD, N. L.; PHARR, D. M.; HUBER, S. C. Sucrose phosphate synthase and other sucrose metabolizing enzymes in fruits of various species. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 82, n. 2, p. 191-196, Jun. 1991.

HULME, A. C. The mango. In:_____. **The biochemistry of fruits and their products**. 2nd ed. London: Academic Press, 1974. v. 2, p. 233-254.

HULTIN, H. O.; SUN, B.; BULGER, J. Pectin methyl esterases of the banana: purification and properties. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 31, n. 3, p. 320-327, May/June 1966.
HUSSEIN, A. et al. Effects of processing and packaging on vitamin C and β carotene content of ready-to-use (RTU) vegetables. **Food Research International**, Barking, v. 33, p. 131-136, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 14 out. 2010.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas**: métodos químicos e físico-químicos para análise de alimentos. 2. ed. São Paulo, 1985. v. 1, 371 p.

JACOMINO, A. P. **Uso do 1-metilciclopropeno para retardar o amadurecimento e senescência de goiaba vermelha**. Piracicaba: USP, ESALQ, 2000. 18 p.

JACOMINO, A. P. et al. Controle do amadurecimento e senescência de mamão com 1-metilciclopropeno. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 2, p. 303-308, 2002a.

JACOMINO, A. P. et al. Efeito de 1-MCP e prochloraz na conservação de goiabas 'Pedro Satto'. **Revista Iberoamericana de Tecnologia Postcosecha**, Sonora, v. 4, n. 2, p. 122-127, 2002b.

JERÔNIMO, E. M.; KANESIRO, M. A. B. Efeito da associação de armazenamento sob refrigeração e atmosfera modificada na qualidade de mangas 'Palmer'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. 2, p. 237-243, 2000.

JERONIMO, E. M. et al. Conservação pós-colheita de mangas 'Tommy Atkins' armazenadas sob atmosfera modificada. **Semina: ciências agrárias**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 417-426, 2007.

JEONG, J.; DONALD, J.; STEVEN, A. 1-Methylcycloprene and waxing regulate the ripening storage life of avocado fruit. **Hortscience**, Alexandria, v. 35, n. 3, p. 468, 2000.

JEONG, J.; HUBER, D. J.; SARGENT, S. A. Influence of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on ripening and cell wall matrix polygalacturonase of avocado (*Persea americana*) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 25, n. 3, p. 241-256, 2002.

JIANG, Y.; JOYCE, D. C. Effects of 1-methylcyclopropene alone and in combination with polyethylene bags on the postharvest life of mango fruit. **Annals of Applied Biology**, London, v. 137, n. 3, p. 321-327, 2000.

JIANG, Y.; JOYCE, D. C.; MACNISH, A. J. Extension of the shelf life of banana fruit by 1-methylcyclopropene in combination with polyethylene bags. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 16, p. 187-193, 1999.

JIMENEZ, A. et al. Changes in oxidative process and components of the antioxidant system during tomato fruit ripening. **Planta**, Berlin, v. 214, p. 751-758, 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. 102-104, may, 1986.

KADER, A. A. Regulation of fruit physiology by controlled modified atmospheres. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, n. 398, p. 139-146, 1995.

KASPERA, R.; McCUE, P.; SHETTY, K. Partial purification of a basic guaiacol peroxidase from fava bean (*Vicia faba* L.): characterization of enzyme stability following elicitor treatment. **Food Biotechnology**, New York, v. 15, n. 2, p. 99-111, 2001.

KAUR-SAWHNEY, R. et al. Inhibition of protease activity by polyamines relevance for control of leaf senescence. **FEBS Letters**, Amsterdam, v. 145, n. 2, p. 345-349, 1982.

KE, D.; ROMANI, R. J. Effects of spermidine on ethylene production and the senescence of suspension-cultured pear fruit cells. **Plant Physiology Biochemistry**, New Delhi, v. 26, p. 109-114, 1988.

KEVERS, C. et al. Evolution of antioxidant capacity during storage of selected fruits and vegetables. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Easton, n. 55, p. 8596-8603, 2007.

KHOSROSHAHI, M. R. Z.; ESNA-ASHARI, M.; ERSHADI, A. Effect of exogenous putrescine on post-harvest life of strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.) fruit, cultivar Selva. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 114, p. 27-32, 2007.

KIM, D. O. et al. Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolic phytochemicals. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Easton, v. 50, p. 3713-3717, 2002.

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

KLUGE, R. A.; JACOMINO, A. P.; CASTRO, P. R. C. de Controle do amadurecimento e senescência de goiaba vermelha tratada com *ethylbloc* (1-MCP). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16., Fortaleza, 2000. **Resumos...** Fortaleza: SBF, 2000. p. 292.

KLUGE, R. A.; SCARPARE FILHO, J. A.; PEIXOTO, C. P. **Distúrbios fisiológicos em frutos**. Piracicaba: Fealq, 2001. 56 p.

KLUGE, R. A. et al. Inibição do amadurecimento de abacate com 1-metilciclopropeno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 7, p. 895-901, jul. 2002.

KUSKOSKI, E. et al. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1283-1287, 2006.

KWAK, S. et al. Enhancement of peroxidase activity by stress-related chemicals in sweet potato. **Phytochemistry**, New York, v. 43, p. 565-568, 1996.

LAKSHMINARAYANA, S. Mango. In: NAGY, S.; SHAW, P. E. (Eds.). **Tropical and subtropical fruit**. New York: AVI, 1980. p. 184-257.

LAKSHMINARAYANA, S.; SUBHADRA, N.; SUBRAMANYAM, H. Some aspects of developmental physiology of mango fruit. **Journal of Horticultural Science**, London, v. 45, p. 133-142, 1970.

LEDERMAN, I. E. et al. Ethylene forming capacity during cold storage and chilling injury development in 'Keitt' mango fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 10, n. 1, p. 107-112, Feb. 1997.

LEE, M. M.; LEE, S. H.; PARK, K. Y. Effects of spermine on ethylene biosynthesis in CUT carnation (*Diathus caryophyllus* L.) flowers during senescence. **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v. 151, p. 68-73, 1997.

LEITE, L. A. S. et al. O agronegócio da manga no Nordeste. In: CASTRO, A. M. G. et al. **Cadeias produtivas e sistemas naturais prospecção tecnológica**. Brasília, DF: Embrapa-SPI, 1998. p. 389-439.

LEITING, V. A.; WICKER, L. Inorganic cations and polyamines moderate pectinesterase activity. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 62, n. 2, p. 253-255, 1997.

LEJA, M.; MARECZEK, A.; BEM, J. Antioxidant properties of two apple cvs during long-term storage. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 80, p. 303-307, 2003.

LEONG, L. P.; SHUI, G. An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. **Food Chemistry**, Amsterdam, n. 76, p. 69-75, 2002.

LI, C.; JIAO, J.; WANG, G. The important roles of reactive oxygen species in the relationship between ethylene and polyamines in leaves of spring wheat seedlings under root osmotic stress. **Plant Science**, v. 166, p. 303-315, 2004.

LIMA, G. P. P. **Efeito do cálcio sobre o teor de poliaminas, peroxidases e nitrato redutase em calos de arroz (*Oryza sativa* L. cv IAC 4440)**. 1994. 84 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas)-Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 1994.

LIMA, L. C. O.; SCALON, S. P. Q.; SANTOS, J. E. S. Qualidade de mangas (*Mangifera indica* L.) cv. Haden embaladas com filme de PVC durante o armazenamento. **Revista Brasileira Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 18, n. 1, p. 55-63, 1996.

LIMA, L. C. de O. **Tecido esponjoso em manga Tommy Atkins**: transformações químicas e bioquímicas no mesocarpo durante o armazenamento. 1997. 151 f. Tese (Doutorado)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.

LIMA, G. P. P.; BRASIL, O. G.; OLIVEIRA, A. M. Poliaminas e atividade da peroxidase em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado sob estresse salino. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, p. 21-25, 1999.

LIMA, L. C. O. Processamento mínimo de kiwi e mamão. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2001. p. 95-109.

LIMA, M. A. C.; ALVES, R. E.; CUNHA, H. A. Uso de cera e 1-metilciclopropeno na conservação refrigerada de graviola (*Annona muricata* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 26, n. 3, p. 433-437, 2004.

LIMA, M. A. C.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C. Mudanças relacionadas ao amaciamento da graviola durante a maturação pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária**

Brasileira, Brasília, DF, v. 41, n. 12, p. 1707-1713, 2006.

LIMA, M. A. C.; SILVA, A. L.; AZEVEDO, S. S. N. Evolução de indicadores do ponto de colheita em manga 'Tommy Atkins' durante o crescimento e a maturação, nas condições do Vale do São Francisco, Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 432-439, mar./abr. 2009.

LIMA, M. A. C. et al. Qualidade pós-colheita de melão Gália submetido a modificação da atmosfera e ao 1-metilciclopropeno. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 3, p. 793-798, 2005.

LIMA, M. A. C. et al. Tratamentos pós-colheita com 1-Metilciclopropeno em manga 'Tommy Atkins': efeito de concentrações e número de aplicações. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 28, n. 1, p. 64-68, 2006.

LIU, H. et al. The effects of 1-methylcyclopropene on peach fruit (*Prunus persica* L. cv. Jiubao) ripening and disease resistance. **International Journal Food Science and Technology**, Oxford, n. 40, p. 1-17, 2005.

LOPEZ-SERRANO, M.; BARCELÓ, A. R. Purification and characterization of a basic peroxidase isoenzyme from strawberries. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 55, n. 2, p. 133-137, 1996.

MACNISH, A. J.; JOYCE, D. C.; HETHERINGTON, S. E. Packaging to reduce water loss can delay ripening of mango (*Mangifera indica* L. cv. 'Kensington Pride') fruit. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Victoria, v. 37, n. 4, p. 463-467, 1997.

MAIA, G. A. et al. Estudo da maturação de algumas variedades de manga (*Mangifera indica* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 8, n. 2, p. 67-74, 1986.

MANICA, I. **Fruticultura tropical: manga**. São Paulo: Ceres, 1981. 135 p.

MANICA, I. Colheita embalagem armazenamento. In: _____. **Manga: tecnologia, produção, pós-colheita, agroindústria e exportação**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001. p. 435-543.

MANNISTO, S. et al. Dietary carotenoids and risk of lung cancer in a pooled analysis of seven cohort studies. **Cancer Epidemiology Biomarkers Prevention**, Philadelphia, v. 13, p. 40-48, 2004.

MANRIQUE, G. D.; LAJOLO, F. M. Cell-wall polysaccharide modifications during postharvest ripening of papaya fruit (*Carica papaya*). **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 33, p. 1126, 2004.

MARANGONI, A. G. et al. Tomato peroxidase: rapid isolation and partial characterization. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 54, n. 5, p. 1269-1271, 1989.

MARQUES, M. C.; NOGUEIRA, J. M. Fruticultura: possibilidades de expansão e entraves no comércio internacional. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, DF, n. 3, p. 24-39, 2000.

MARTINEZ-VALVERDE, I.; PERIAGO, M. J.; PROVAN, G. Phenolic compounds, lycopene and antioxidant activity in commercial varieties of tomato (*Lycopersicum esculentum*). **Journal of the Science and Food Agriculture**, London, v. 82, n. 3, p. 323-330, 2002.

MATOO, A. K. et al. Chemical changes during ripening and senescence. In: PANTASTICO, E. B. **Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables**. Westport: AVI. 1975. P. 103-127.

MAYR, U. et al. Developmental changes in the phenol concentrations of Golden Delicious apple fruits and leaves. **Phytochemistry**, New York, v. 38, p. 1151-1155, 1995.

McGLASSON, W. B. Modified atmosphere packaging: matching physical requirements with physiology of produce. **Food Australia**, Sydney, v. 44, n. 4, p. 168-170, 1992.

MEDINA, J. C. et al. **Manga**: da cultura ao processamento e comercialização. Campinas: ITAL, 1981. 399 p. (Série frutas tropicais).

MEDINA, V. M. Fisiologia e pós-colheita da manga. In: _____. **Manga**: tecnologia de produção e mercado. Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 1996. p. 202-222.

MEDLICOTT, A. P.; BHOGOL, M.; REYNOLDS, S. B. Changes in peel pigmentation during ripening of mango fruit (*Mangifera indica* var. 'Tommy Atkins'). **Annals of Applied Biology**, London, v. 109, n. 3, p. 651-656, 1986.

MEDLICOTT, A. P.; REYNOLDS, S. B.; THOMPSON, A. K. Effects of temperature on the ripening of mango fruit (*Mangifera indica* L.) var. 'Tommy Atkins'. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 37, n. 5, p. 469-474, 1988.

MEGALE, J. **Influência do estágio de maturação e da condição de armazenagem em parâmetros sensoriais, químicos e microbiológicos de manga, cultivar Palmer, semi processada**. 2002. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)-Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

MELLO, M. C. **Flores e microalgas como fontes alternativas de carotenóides**. 2002. 113 f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos)-Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

MELO, E. A.; LIMA, V.; MACIEL, M. I. S. Polyphenol, ascorbic acid and total carotenoid contents in common fruits and vegetables. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 9, n. 2, p. 89-94, 2006.

MELO, E. A. et al. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 639-644, 2006.

MELO, E. A. et al. Capacidade antioxidante de frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 44, p. 193-201, 2008.

MELO NETO, M. L. et al. Utilização de embalagens plásticas e refrigeração na conservação da manga (*Mangifera indica* L.) cv. Palmer. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 21, n. 2, p. 160-165, ago. 1999.

MERCADO-RUIZ, J. N. et al. Calidad y comportamiento postcosecha del mango (*Mangifera indica* L.) cv. 'Kent' empacado em bolsas de PEBD. **Revista Ibero-Americana Tecnologia Postcosecha**, Hermosillo, v. 4, n. 1, p. 38-45, 2001.

MILLER, W. R.; SPALDING, D. H.; HALE, P. W. Film wrapping mangoes at advancing stages of postharvest ripening. **Tropical Science**, London, v. 26, n. 1, p. 9-17, 1986.

MINGUÉZ-MOSQUERA, M. I.; HONERO, D. Analysing changes in fruit pigments. In: MAC DOUGALL, D. (Ed.). **Colour in food: improving quality**. Boca Raton: Woodhead, 2002. p. 378.

MIRANDA, M. E. J.; GONZALEZ, P. P. Características, producción y utilización de pectinas. **Alimentación, Equipos y Tecnología**, Madrid, p. 61-66, nov. 1993.

MITCHAM, E. J.; McDONALD, R. E. Cell wall modification during ripening of 'Keitt' and 'Tommy Atkins' mango fruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 117, n. 6, p. 919-924, Nov. 1992.

MORAES, D. M.; PUSHMANN, R.; LOPES, N. F. Respiração e desenvolvimento de mangueira cv. Ubá. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 22, p. 37-41, jun. 1991. Número especial.

MORAIS, P. L. D. **Maturidade para colheita e avaliação da vida útil de manga cv. 'Tommy Atkins' destinada ao mercado europeu**. 2001. 82 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia)-Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2001.

MORAIS, P. L. D. et al. Ponto de colheita ideal de mangas 'Tommy Atkins' destinadas ao mercado Europeu. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 24, n. 3, p. 671-675, dez. 2002.

MORAIS, P. L. D. et al. Avaliação das tecnologias pós-colheita utilizadas e da qualidade de melões nobres produzidos para exportação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 1, p. 214-218, 2009.

MORETTI, C. L. et al. Scheduling tomato fruit ripening with 1-methylcyclopropene. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Stuart, v. 114, p. 118-121, 2001.

MOSCA, J. L. **Conservação pós-colheita de frutos do mamoeiro *Carica papaya* L. Improved Sunrise Solo Line 72/12', com utilização de filmes protetores e cera, associados a refrigeração**. 1992. 91 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção Vegetal)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1992.

MOSER, O.; KANELIS, A. K. Ascorbate oxidase of *Cucumis melo* L. var. *reticulatus*: purification, characterization and antibody production. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 45, n. 275, p. 717-724, 1994.

NAKANO, Y.; ASADA, K. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts. **Plant and Cell Physiology**, Kyoto, v. 32, n. 5, p. 867-880, 1991.

NATIVIDAD FERRER, R. E. **Avaliação das características da polpa da manga (*Mangifera indica* L.) para elaboração e armazenamento de néctar**. 1987. 60 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal)-Universidade de Viçosa, Viçosa, 1987.

NELSON, N. A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 153, p. 375-380, 1944.

NEVES, L. C. et al. Qualidade pós-colheita de mangas, não-refrigeradas, e submetidas ao controle da ação do etileno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 30, n. 1, p. 94-100, 2008.

ONSA, G. H. et al. Purification and characterization of membrane-bound peroxidases from *Metroxylon sagu*. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 85, p. 365-376, 2004.

PAL, R. K. Ripening and rheological properties of mango as influenced by calcium carbide. **Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 35, n.4, p. 358-360, 1998.

PANDEY S. et al. Role of polyamines and ethylene as modulators of plant senescence. **Journal of Biosciences**, Bangalore, v. 25, p. 291-299, 2000.

PANGA, X. M. et al. Interrelationship between polyamine and ethylene in 1-methylcyclopropene treated apple fruits after harvest. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 128, p. 351-359, 2006.

PANTASTICO, E. B. **Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and vegetables**. Westport: AVI, 1975. 660 p.

PECH, J. C. et al. Postharvest physiology of climateric fruits recent developments in the biosynthesis and action of ethylene. **Sciences des Aliments**, Paris, v. 14, n. 1, p. 3-15, 1994.

PELAYO, C. et al. Variability in responses of partially ripe bananas at 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 28, n. 1, p. 75-85, 2003.

PELÚZIO, M. C. G.; OLIVEIRA, V. P. Vitaminas antioxidantes. In: COSTA, N. M. B.; ROSA, C. O. B. **Alimentos funcionais**. Viçosa: UFV, 2006. 202 p.

PEREIRA, T. et al. Características físicas e químicas de goiaba cv. cortibel (*Psidium guajava*) estocadas sob refrigeração em filmes X-tend. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara v. 16, n. 1, p. 11-16, 2005.

PEREIRA, W. S. P.; BELTRAN, A. Mecanismo de ação e uso do 1-MCP – bloqueador de etileno, visando prolongar a vida útil das frutas. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Manejo integrado: fruteiras tropicais: doenças e pragas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. p. 31-44.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of solvent and certain food constituents on different antioxidant capacity assays. **Food Research International**, Barking, v. 39, n. 7, p. 791-800, 2006.

PESIS, E. et al. Postharvest effect of 1-MCP on ripening of avocado cv. 'Ettinger'. In: KANELIS, A. K. et al (Eds.). **Biology and biotechnology of the plant hormone ethylene III**. Amsterdam: IOS, 2003. p. 397-401.

PESIS, E. et al. Modified atmosphere and modified humidity packaging alleviates chilling injury symptoms in mango fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 19, n. 1, p. 93-101, May 2001.

PESIS, E. et al. Modified atmosphere and modified humidity packaging alleviates chilling injury symptoms in mango fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 19, n. 1, p. 93-101, 2000.

- PINTO, A. C. Q. A produção, o consumo e a qualidade da manga no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 24, n. 3, p. 597-598, 2002.
- PINTO, L. K. A. et al. Influence of a modified atmosphere by plastic film on the quality of papaya fruit stored in a refrigerator. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 4, p. 744-748, 2006.
- PICCINELLI, A. L. et al. Phenolic constituents and antioxidant activity of *Wendita calysina* leaves (burrito), a folk Paraguayan tea. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Easton, v. 52, p. 5863-5868, 2004.
- PORAT, R.; WEISS, B.; COHEN, L. et al. Effects of ethylene and 1-methylcyclopropene on the postharvest qualities of 'Shamouti' oranges. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 15, n. 2, p. 155-163, 1999.
- PRABHA, T. N.; PATWARDHAN, M. V. Endogenously oxidizable polyphenols of mango, sapota and banana. **Acta Alimentaria**, Budapest, v. 15, p.123-128, 1986.
- RAMOS, V. H. V. **Conservação pós-colheita da manga por meio do tratamento químico, da embalagem plástica e da cera associados à hidrotermia e refrigeração**. 1994. 179 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1994.
- RASTOGI, R.; DAVIES, P. J. Polyamine metabolism in ripening tomato fruit II. Polyamine metabolism and synthesis in relation to enhanced putrescine content and storage life of alc tomato fruit. **Plant Physiology**, Washington, DC, v. 95, p. 41-45, 1991.
- RAYMOND, L. et al. Internal breakdown in mango fruit: symptomology and histology of jelly seed, soft nose and stem-end-cavity. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 13, p. 59-70, 1998.
- REDDY, Y.V.; SRIVASTAVA, G. C. Ethylene biosynthesis and respiration in mango fruits during ripening. **Indian Journal of Plant Physiology**, New Delhi, v. 4, n. 1, p. 32-35, 1999.
- RESENDE, E. D. **Estudos da conservação de fatias de manga utilizando técnicas combinadas: pré-secagem e congelamento**. Campinas: UNICAMP, 1995. 85 p.

RITENOUR, M. A.; AHRENS, M. J.; SALTVEIT, M. E. Effects of temperature on ethyleneinduced ammonia lyase activity and russet spotting in harvested iceberg lettuce. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Stanford, v. 120 n. 1, p. 84-87, 1995.

REYNERSTON, K. A. et al. Quantitative analysis of antiradical phenolic constituents from fourteen edible Myrtaceae fruits. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 109, n. 4, p. 883-890, 2008.

ROBERTS, D. R.; DUMBROFF, E. B.; THOMPSON, J. E. Exogenous polyamines alter membrane fluidity in bean leaves: a basis for potential misinterpretation of their true physiological role. **Planta**, Berlin, v. 167, p. 395-401, 1986.

ROCHA, R. H. C. et al. Uso do índice de degradação de amido na determinação da maturidade da manga 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 23, n. 2, p. 302-305, ago. 2001.

RODOV, V. et al. Effect of combined application of heat treatments and plastic packaging on keeping quality of 'Oroblanco' fruit (*Citrus grandis* L. x *C. paradise* Macf.). **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 20, n. 3, p. 287-294, 2000.

RODRIGO, C. et al. Thermal inactivation at high temperatures and regeneration of green asparagus peroxidase. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 59, n. 10, p. 1065-1071, 1996.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in food**. Washington, DC: OMNI Research, 1999. 64 p.

ROE, B.; BRUEMMER, J. H. Changes in pectic substances and enzymes during ripening and storage of Keitt mangoes. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 54, n. 1, p. 186-189, Jan./Feb. 1981.

ROSA, H. J. D.; SINGH, Z.; TAN, S. C. Effect of modified atmosphere packaging on mango ripening. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 553, p. 607-609, 2001.

RUPASINGHE, H.P.V. et al. Inhibitory effect of 1-MCP on ripening and superficial scald development in 'McIntosh' and 'Delicious' apples. **Journal of Horticultural Science and**

Biotechnology, Ashford, v. 75, n. 3, p. 271-276, 2000.

ROUSTAN, J. P. et al. Relationship between ethylene and polyamine synthesis in plant regeneration. In: PECH, J. C. (Ed.). **Cellular and molecular aspects of the plant hormone ethylene**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1993. p. 365-366.

SAEED, A. R.; KARAMALLA, K. A.; KHATTAB, A. H. Polyphenolic compounds in the pulp of *Mangifera indica* L. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 41, p. 959-960, 2002.

SAFTNER, R. A.; BALDI, B. G. Polyamine levels and tomato fruit development: possible interaction with ethylene. **Plant Physiology**, Washington, DC, v. 92, p. 547-550, 1990.

SAHLIN, E.; SAVAGE, G. P.; LISTER, C. E. Investigation of the antioxidant properties of tomatoes after processing. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 17, n. 5, p. 635-647, 2004.

SALES, A. N. **Aplicação de 1-Metilciclopropeno em banana ‘Prata Anã’ armazenada sob baixa temperatura seguida de climatização**. 2002. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

SALLES, J. R. de J.; TAVARES, J. C. Vida útil pós-colheita de manga (*Mangifera indica* L. cv. Tommy Atkins): Influência da temperatura e do estágio de maturação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 21, n. 2, p. 171-176, 1999.

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

SAMPAIO, V. R. Competição entre processos de amadurecimento de manga. In: ANIVERSÁRIO DA ESALQ, 80., 1981, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1981. p. 85-91.

SANTOS, C. A. F.; COSTA, J. G. da. **Cultivo da mangueira**: cultivares. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Manga/CultivodaMangueira/cultivares.htm>>. Acesso em: 10 jan. 2011.

SANTOS, M. D.; BLATT, C. T. T. Teor de flavonóides e fenóis totais em folhas de *Pyrostegia venusta* Miers. de mata e cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 135-140, 1998.

SAÑUDO, R. et al. **Manejo postcosecha del mango**. Mexico: Emex, 1997. 92 p.

SÃO JOSÉ, A. R.; SOUZA, I. V. B. **Manga**: produção e comercialização. Vitória da Conquista: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 1996. 361 p.

SCALBERT, A.; WILLIAMSON, G. Dietary Intake and Bioavailability of Polyphenols. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 130, p. 2073-2085, 2000.

SCALZO, J. et al. Plantgenotype affects total antioxidant capacity and phenolic contents in fruit. **Nutrition**, London, v. 21, n. 2, p. 207-213, 2005.

SCHIEBER, A.; ULLRICH, W.; CARLE, R. Characterization of polyphenols in mango puree concentrate by HPLC with diode array and mass spectrometric detection. **Innovative Food Science & Emerging Technology**, Amsterdam, v. 1, p. 161-166, 2000.

SEILER, N. Formation, catabolism and properties of the natural polyamines. In: CARTER, C. (Ed.). **Neuropharmacology of polyamines**. San Diego: Academic, 1994. p. 26-36.

SELVARAJAH, S.; BAUCHOT, A. D.; JOHN, P. Internal browning in cold-storage pineapples is suppressed by a postharvest application of 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 23, n. 2, p. 167-170, 2001.

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

SEVERO, J. et al. Destanização e conservação pós-colheita com 1-MCP em frutos de jabolão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 4, p. 976-982, 2010.

SEYMOUR, G. B.; N'DIAYE, M.; WAINWRIGHT, H. Effects of cultivar and harvest maturity on ripening of mangoes during storage. **Journal of Horticultural Science**, London, v. 65, n. 4, p. 479-483, 1990.

SHIEBER, A.; ULRICH, W; CARLE, R. Characterization of polyphenols in mango puree concentrate by HPLC with diode array and mass spectrometric detection. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, Amsterdam, v. 1, p. 161-166, 2000.

SILVA, A. P. F. B. Perfil de carboidratos e atividade das amilases em manga. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 38. p. 43-43, 2002.

SILVA, D. S. **Estabilidade do suco tropical de goiaba (*Pisidium guajava* L) obtido pelos processos de enchimento à quente e asséptico**. 2007. 82 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)-Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

SILVA, E. M. Mecanismos bioquímicos de fisiopatias importantes de frutas. In: CONGRESO IBEROAMERICANO DE TECNOLOGIA POSTCOSECHA Y AGROEXPORTACIONES, 2., 2000, Bogotá. **Memorias...** Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2000. p. 5-19.

SILVA, F. O. Total ascorbic acid determination in fresh squeezed orange juice by gás chromatography. **Food Control**, Guildford, v. 16, p. 55-58, 2005.

SILVA, S. M. et al. Influence of 1-methylcyclopropene on postharvest conservation of exotic mango cultivars. **Acta Horticulturae**, Brugg, n. 645, p. 565-572, 2004.

SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 1998. 760 p.

SIMS, D. A.; GAMON, J. A. Relationship between pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. **Remote Sensing of Environment**, New York, n. 81, p. 337-354, 2002.

SINGH, S.; BRAHMACHARI, V. S.; JHA, K. K. Effect of calcium and polyethylene wrapping on storage life of mango. **Indian Journal Horticultural**, New Delhi, v. 55, n. 3, p. 218-222, 1998.

SISLER, E. C.; BLANKENSHIP, S. M.; GUEST, M. Competition of cyclooctenes for ethylene binding and activity in plants. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 9, n. 2, p. 157-164, 1996.

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

SLOCUM, R. D.; KAUR-SAWHNEY, R.; GALSTON, A. W. The psychology and biochemistry of polyamines in plants. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, San Diego, v. 235, p. 283-303, 1984.

SMITH, T. A. Polyamines. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 36, p. 117-143, 1985.

SOUZA, J. P. et al. Influência do armazenamento refrigerado em associação com atmosfera modificada por filmes plásticos na qualidade de mangas 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 665-668, 2002.

SOUZA, S. et al. Mangas minimamente processadas amadurecidas naturalmente ou com etileno e armazenadas em diferentes embalagens. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 28, n. 2, p. 271-275, 2006.

STEVANATO, R. et al. Spectrophotometric assay for total polyamines by immobilized amine oxidases. **Analytica Chimica Acta**, Amsterdam, n. 237, p. 391-397, 1990.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TANABE, C. S. E; CORTEZ, L. A B. Perspectiva da cadeia do frio no Brasil. **Revista do Frio**, São Paulo, v. 9, n. 114, p. 46-53, nov. 1999.

TANDON, D. K.; KALRA, S. K. Changes in sugars, starch and amylase activity during development of mango fruit cv. **Journal of Horticultural Science**, London, v. 58, n. 3, p. 449-453, jul. 1983.

TERADA, M. et al. Differential rapid analysis of ascorbic acid and ascorbic acid 2-sulfate by dinitrophenylhydrazine method. **Annals of Biochemistry**, London, v. 84, p. 604-608, 1978.

THAIPONG, K. BOONPRAKOB, U.; CROSBY, K. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. **Journal of Food**

Composition and Analysis, San Diego, v. 19, n. 6/7, p. 669-675, 2006.

TIAN, M. S. et al. Responses of strawberry fruit to 1-Methylcyclopropene (1-MCP) and Ethylene. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, n. 32, p. 83-90, 2000.

TIBURCIO, A. F. et al. Recent advances in the understanding of polyamine functions during plant development. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 12, p. 331-340, 1993.

TIBURCIO, A.F. et al. Polyamine metabolism. In: MIFFLIN, B. J. (Ed.). **Intermediary nitrogen metabolism: the biochemistry of plants**. New York: Academic, 1990. v. 16, p. 283-325.

TORRIGIANI, P. et al. Pre-harvest polyamine and aminoethoxyvinylglycine (AVG) applications modulate fruit ripening in Stark Red Gold nectarines (*Prunus persica* L. Batsch). **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 33, n. 3, p. 293-308, 2004.

TOUMADJE, A.; RICHARDSON, D. G. Endogenous polyamine concentrations during development, storage and ripening of pear fruits. **Phytochemistry**, New York, v. 27, p. 335-338, 1988.

TRINIDAD, M. et al. Controlled atmospheres (5% CO₂-5% O₂ and 10% CO₂-5% O₂) do not significantly increase the storage life of refrigerated Kent mangoes. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 453, p. 643-653, 1997.

TUCKER, G. A. Introduction. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Champmal & Hall, 1993. chap. 1, p. 2-51.

VALDERRAMA, P.; CLEMENTE, E. Isolation and thermo stability of peroxidase isoenzymes from apple cultivars Gala and Fuji. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 87, p. 601-606, 2004.

VALERO, C.; RUIZ ALTISENT, M. Equipos de la medida del calidad organoléptica en frutales. **Fruticultura Profesional**, Barcelona, v. 95, p. 38-45, 1998.

VILA, M. T. R. **Qualidade pós-colheita de goiaba ‘Pedro Sato’ armazenados sob**

refrigeração e atmosfera modificada por biofilme de fécula de mandioca. 2004. 66 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

VILAS-BOAS, E. V. B.; KADER, A. A. Effect of 1-MCP on fresh-cut fruits. **Perishables Handling Quarterly**, Montreal, v. 108, p. 25, 2002.

VINCI, G. et al. Ascorbic acid in exotic fruits: a liquid chromatographic investigation. **Food Chemistry**, London, v. 53, n. 2, p. 211-214, 1995.

WALDEN, A.; CORDEIRO, A.; TIBURCIO, A. F. Polyamines: small molecules triggering pathways in plant growth and development. **Plant Physiology**, Washington, DC, v. 113, p. 1009-1013, 1997.

WANG, H.; CAO, G.; PRIOR, R. Total antioxidant capacity of fruits. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Easton, v. 44, n. 3, p. 701-705, 1996.

WANG, S.Y.; BOWMAN, L.; DING, M. Methyl jasmonate enhances antioxidant activity and flavonoid content in blackberries (*Rubus* sp.) and promotes antiproliferation of human cancer cells. **Food Chemistry**, Oxford, v. 107, n. 3, p. 1261-1269, 2008.

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

WATKINS, C. B. Ethylene synthesis, mode of action, consequences and control. In: KNEE M. **Fruit quality and its biological basis**. Columbus: Sheffield Academic, 2002. p. 180-207.

WATKINS, C. B.; NOCK, J. F.; WITACKER, 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**, Amsterdam, v. 19, n. 1, p. 17-32, May, 2000.

WILLS, R. B. H.; KU, V. V. V. Use of 1-MCP to extend the time to ripen of green tomatoes and postharvest life of ripe tomatoes. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 26, n. 1, p. 85-90, 2001.

WILLS, R. B. H.; MALASIRI, P.; GREENFIELD, H. Dehidrascorbic acid levels in fresh fruit and vegetables in relation to total vit. C activity. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, Amsterdam, v. 32, n. 4, p. 836-838, July/Aug. 1984.

WILLS, R. B. H. et al. Temperature. In: _____. **Postharvest physiology, handling of fruits and vegetables**. Austrália: N. S.W.U. Press, 1981. p. 39-51.

WILSON, E. D.; SANTOS, A. C.; SANTOS, J. E. **Nutrição básica**. São Paulo: Sarvier, 1989. 286 p.

WINER, L.; APELBAUM, A. Involvement of polyamines in the development and ripening of avocado fruits. **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v. 126, p. 223-233, 1986.

WU, X. et al. Lipophilic and hydrophilic capacities of common foods in the United States. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Easton, v. 52, p. 4026-4037, 2004.

YAHIA, E. M.; CONTRERAS-PADILLA, M.; GONZALEZ-AGUILAR, G. Ascorbic acid content in relation to ascorbic acid oxidase activity and polyamine content in tomato and bell pepper fruits during development, maturation and senescence. **Food Science Technology**, Oxford, v. 34, p.452-457, 2001.

YAMASHITA, F. **Armazenagem frigorificada de mangas (*Mangifera indica* L. cv. Keitt) embaladas sob atmosfera modificada**. 1995. 141 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos)-Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.

YAMASHITA, F.; BENASSI, M. T.; KIECKBUSCH, T. G. Effect of modified atmosphere packaging on the kinetics of vitamin C degradation in mangos. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v. 21, n. 1/2, p. 127-130, 1999.

YAMASHITA, F.; TELIS-ROMERO, J. KIECKBUSCH, T. G. Estimativa da composição gasosa em embalagem de atmosfera modificada contendo mangas (*Mangifera indica* L.) cv. Keitt. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 17, n. 2, p. 172-176, maio/ago. 1997.

YANG, S. F.; HOFFMAN, N. E. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. **Annual Review Plant Physiology**, Palo Alto, v. 35, p. 155-189, 1994.

YUEN, C. M. C. et al. Effect of postharvest calcium and polimeric films on ripening and peel injury in Kensington Pride mango. **ASEAN Food Journal**, Kuala Lumpur, v. 8, n. 3, p. 110-113, 1993.