

**QUALIDADE DE MANGAS 'PALMER'
TRATADAS COM 1- METILCICLOPROPENO E
ARMAZENADAS SOB REFRIGERAÇÃO**

ELLEN TOEWS DOLL HOJO

2005

ELLEN TOEWS DOLL HOJO

**QUALIDADE DE MANGAS 'PALMER' TRATADAS
COM 1-METILCICLOPROPENO E ARMAZENADAS
SOB REFRIGERAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientadora

Profa. Dra. Celeste Maria Patto de Abreu

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2005

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos
Técnicos da Biblioteca Central da UFLA**

Doll Hojo, Ellen Toews

Qualidade de mangas ‘Palmer’ tratadas com 1-metilciclopropeno e armazenadas sob refrigeração / Ellen Toews Doll Hojo. – Lavras: UFLA, 2005. 127 p. il.

Orientadora: Celeste Maria Patto de Abreu

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Manga. 2. Conservação. 3. 1-MCP. 4. Refrigeração. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-664.44
-664.80444

ELLEN TOEWS DOLL HOJO

**QUALIDADE DE MANGAS 'PALMER' TRATADAS COM
1-METILCICLOPROPENO E ARMAZENADAS SOB
REFRIGERAÇÃO**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Lavras
como parte das exigências do
Curso de Pós-graduação em
Ciência dos Alimentos, para a
obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 10 de agosto de 2005

Prof. Dr. Abel Rebouças São José UESB

Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas UFLA

Prof. Dr. Luiz Carlos de Oliveira Lima UFLA

Profa. Dra. Celeste Maria Patto de Abreu
UFLA
(Orientadora)

Lavras
Minas Gerais – BRASIL

A Deus,

por estar sempre ao meu lado me guiando e
abençoando com pessoas especiais em
minha vida.

Aos meus pais, Derli Toews Doll e Ivone Ribeiro Doll

que, mesmo em dificuldades, sempre se
esforçaram para que eu tivesse acesso aos
estudos, e por todo amor e dedicação.

A meu irmão, Eder Toews Doll,

pela amizade e apoio,

OFEREÇO.

Ao meu marido, Ronaldo H. Hojo,

por toda paciência, amor e carinho

em todos os momentos,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciência dos Alimentos, pela oportunidade de realização do curso.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

À professora Celeste Maria Patto de Abreu, pela orientação, confiança, amizade, palavras de ânimo, incentivo e apoio que deu origem a essa dissertação.

Ao professor Eduardo V. de Barros Vilas Boas pela co-orientação, credibilidade, amizade e postura em todos os momentos solicitados.

Aos meus amigos conquistados nesta cidade querida, Ana Carla, Melissa, Sueli, Hessel, Lidy, Fernanda, Patrícia, Lucília e Heloísa, pelo agradável convívio e por compartilhar experiências.

À Maria Aparecida (Xulita), meu anjo da guarda, por toda amizade e ajuda nas análises de laboratório.

Aos funcionários do Departamento de Ciências dos Alimentos, em especial a Rafaela Aparecida Fonseca, pelos excelentes auxílios prestados nos momentos solicitados.

A todos os professores e colegas do curso de mestrado, aos funcionários do Departamento de Química, estagiários e bolsistas, pelo auxílio e amizade.

A todos os meus amigos, bem sabem eles quem são.

Obrigada.

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	03
2.1 Aspectos gerais.....	03
2.2 Desenvolvimento e fisiologia do amadurecimento.....	06
2.3 Respiração.....	08
2.4 Característica de qualidade pós-colheita.....	09
2.4.1 Etileno.....	09
2.4.2 Firmeza.....	11
2.4.2.1 Metabolismo da parede celular.....	12
2.4.3 Sólidos solúveis (SS).....	15
2.4.4 Acidez total (AT) e pH.....	17
2.4.5 Relação sólidos solúveis e acidez total (SS/AT).....	18
2.4.6 Vitamina C.....	19
2.4.7 Cor.....	20
2.5 Conservação pós-colheita.....	23
2.5.1 Temperaturas baixas.....	24
2.5.2 Uso de 1-metilciclopropeno (1-MCP).....	26
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3.1 Matéria-prima.....	30
3.2 Instalação e condução do experimento.....	30
3.3.a Delineamento experimental e estatístico.....	31
3.3.b Delineamento experimental e estatístico.....	32
3.4 Análises realizadas nos frutos.....	32

3.4.1 Análises físicas.....	32
- Massa do fruto	32
- Dimensões.....	33
- Perda de massa.....	33
- Firmeza.....	33
- Cor	33
3.4.2 Análises físico-químicas.....	33
- Sólidos solúveis – SS.....	33
- Acidez titulável – AT.....	33
- pH.....	33
- Relação sólidos solúveis/acidez titulável.....	33
3.4.2 Análises químicas.....	34
- Pectina total e solúvel.....	35
- Percentagem de solubilização.....	35
- Açúcares solúveis totais, açúcares redutores e açúcares não-redutores.....	35
- Vitamina C.....	35
3.4.3 Análises bioquímicas.....	35
- Atividade de pectinametilesterase (PME).....	35
- Atividade de poligalacturonase (PG).....	36
- Atividade de β -D-galactosidase.....	36
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4.1 Experimento I - Mangas 'Palmer' submetidas à aplicação pós-colheita de 1-MCP e armazenadas a 10°C, por 35 dias.....	38
4.1.1 Massa e dimensões dos frutos.....	38
4.1.2 Perda de massa.....	39
4.1.3 Firmeza.....	41
4.1.4 Sólidos solúveis.....	43

4.1.5 Acidez titulável e pH.....	45
4.1.6 Relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT).....	47
4.1.7 Pectina total, solúvel e percentagem de solubilização.....	48
4.1.8 Açúcares solúveis totais (AST), açúcares redutores (AR) e açúcares não redutores (ANR).....	52
4.1.9 Vitamina C.....	56
4.1.10 Pectinametilesterase (PME), poligalacturonase (PG) e β -D-galactosidase.....	57
4.1.11 Cor.....	59
4.1.11.1 Cor da casca na porção verde do fruto.....	59
4.1.11.2 Cor da casca na porção vermelha do fruto.....	62
4.1.11.3 Cor da polpa	66
4.2 Experimento II - Mangas 'Palmer' submetidas à aplicação de 1-MCP e armazenadas sob refrigeração e temperatura ambiente por 4 dias.....	70
4.2.1 Massa e dimensões dos frutos.....	70
4.2.2 Perda de massa.....	71
4.2.3 Firmeza.....	73
4.2.4 Sólidos Solúveis.....	75
4.2.5 Acidez titulável e pH.....	76
4.2.6 Relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT).....	79
4.2.7 Pectina total, solúvel e percentagem de solubilização.....	80
4.2.8 Açúcares solúveis totais (AST), açúcares redutores (AR) e açúcares não redutores (ANR).....	83
4.2.9 Vitamina C.....	87
4.2.10 Pectinametilesterase (PME), poligalacturonase (PG) e β -D-galactosidase.....	89
4.2.11 Cor.....	91
4.2.11.1 Cor da casca na porção verde do fruto.....	91

4.2.11.2 Cor da casca na porção vermelha do fruto.....	94
4.2.11.3 Cor da polpa	97
5 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	101
6 CONCLUSÕES.....	102
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	103
ANEXOS.....	118

RESUMO

DOLL HOJO, Ellen Toews. **Qualidade de mangas 'Palmer' tratadas com 1-metilciclopropeno e armazenadas sob refrigeração**. 2005. 127 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG*.

A produção de mangas no Brasil é crescente e vem ganhando importância, principalmente para exportação para os mercados americano e europeu. A fruta é produzida em todos os meses do ano por meio de técnicas da indução floral e colhida minuciosamente para evitar danos aos mesmos. Porém, o meio de transporte, usualmente, é via marítima, o que induz o produtor a colher os frutos no início da maturação fisiológica, para que estes cheguem ao local de destino no ponto de consumo. Os frutos colhidos precocemente ficam com o amadurecimento prejudicado e de forma irregular. Os inibidores de etileno, 1-metilciclopropeno (1-MCP) é utilizado com a finalidade de controlar o amadurecimento. A utilização do 1-MCP em frutos de mangas, será possível obter o prolongamento da vida de prateleira e a colheita com um estágio ideal de maturidade. O objetivo do trabalho foi analisar o efeito do 1-MCP na conservação de mangas 'Palmer' armazenadas sob refrigeração e refrigeração com a transferência e permanência por 4 dias em temperatura ambiente. As mangas foram colhidas no município de Livramento de Nossa Senhora, BA, no estágio de maturação "de vez", lavadas, sanitizadas, selecionadas por tamanho, estágio de maturação e ausência de injúrias. Os frutos foram tratados nas dosagens de 0, 100 e 150nL.L⁻¹ de 1-MCP, por 12 horas. Em seguida, as mangas foram armazenadas em refrigeração (10 ± 1 °C) por 35 dias. As variáveis analisadas foram análises físicas, químicas e de atividades enzimáticas após a colheita, na retirada da refrigeração (após 7, 14, 21, 28 e 35 dias) e após a permanência em temperatura ambiente por 4 dias. Com base nos dados obtidos, pôde-se observar que a utilização do 1-MCP, tanto em temperatura refrigerada quanto em refrigeração seguida da retirada e permanência dos frutos em temperatura ambiente por 4 dias, contribuiu para o controle do amadurecimento das mangas.

* Comitê Orientador: Dra. Celeste Maria Patto de Abreu (Orientadora); Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas (Co-orientador) – UFLA.

ABSTRACT

DOLL HOJO, Ellen Toews. **Quality of 'Palmer' mangos treated with 1-methylcyclopropene and stored under refrigeration.** 2005. 127 p. Dissertation (Master in Food Science) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG*.

The production of mangos in Brazil is growing and is gaining importance mainly as an export to the American and European markets. The fruit is produced twelve months a year using floral induction techniques and meticulously harvested to avoid damage. However, the usual means of transportation is by ship, which induces the producer to harvest the fruit at the beginning of the physiologic maturation so they arrive at their destination at the ideal consumption point. The ripening of early harvested fruits is prejudiced and their shape is irregular. The ethylene inhibitor, 1- methylcyclopropene (1-MCP), is used with the purpose of controlling the ripening. The use of 1- MCP in mango fruit can prolong the shelf-life and the harvest at an ideal state of maturity. The objective of the work was to analyze the effect of 1-MCP in the conservation of 'Palmer' mangos under refrigerated storage conditions; and refrigeration with transfer and permanence for 4 days at room temperature. The mangos were harvested, in the municipal district of Livramento de Nossa Senhora, state of BA, at just before the ripening maturation stage; washed, disinfected, selected according to size, maturation state and absence of damage. The fruits were treated with 1-MCP at levels of 0, 100 and 150nL.L⁻¹, for 12 hours. Soon after, the mangos were stored under refrigeration (10°C ± 1°C) for 35 days. The variables analyzed were physical and chemical analysis and post-harvest enzymatic activity upon removal from refrigeration (after 7, 14, 21, 28 and 35 days) and after permanence at room temperature for 4 days. Based on the data obtained, it can be observed that the use of 1-MCP in fruit under refrigeration as well as under refrigeration followed by removal and permanence at room temperature for 4 days, contributed to the control of ripening of the mangos.

* Guidance Committee: Dra. Celeste Maria Patto de Abreu - UFLA (Adviser), Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas - UFLA.

1 INTRODUÇÃO

A manga é uma fruta tropical de grande importância econômica e o segundo fruto tropical mais importante cultivado no mundo. Entretanto, é altamente perecível e sua distribuição para centros distantes é limitada pela curta vida pós-colheita.

Consumida preferencialmente *in natura*, a manga era produzida em pomares domésticos ou em pequenos pomares, sem o manejo adequado. Atualmente, a produção vem sendo realizada com técnicas modernas de indução floral. Mesmo em pomares domésticos, a manga está sendo colhida mais cuidadosamente, para manter sua aparência e alcançar bons preços no mercado.

Pelo fato de tratar-se de uma fruta sazonal (produção em determinada época do ano) e produzida em vários países, é de extrema importância, tanto em termos econômicos quanto nutricionais, viabilizar um melhor aproveitamento e conservação do fruto, de maneira que sejam preservados, o máximo possível, seus componentes naturais. Para isso, tornam-se valiosos estudos com o objetivo de conhecer melhor as características e transformações físicas, químicas, bioquímicas e sensoriais da manga durante os estádios de maturação, armazenamento e processamento, para a obtenção da melhoria da qualidade e aperfeiçoamento de sua industrialização.

O potencial brasileiro para a exportação desta fruta pode ser melhor explorado, principalmente porque a produção nacional não coincide com a de seus concorrentes e também pela grande demanda européia por frutas tropicais.

Entretanto, para que o Brasil participe mais efetivamente desse mercado, é necessário o desenvolvimento de novas tecnologias e ou o aprimoramento das existentes, principalmente nas áreas de pós-colheita e processamento. Entre as modernas técnicas aplicadas na pós-colheita de frutos está a aplicação de

inibidores de etileno que promovem retardo no amadurecimento, permitindo estender a vida pós-colheita e, assim, o prazo de comercialização.

O 1-metilciclopropeno (1-MCP), inibidor da ação do etileno, vem sendo utilizado em vários frutos, o que tem apresentado resultados efetivos, proporcionando controle do amadurecimento e senescência desses frutos. O 1-MCP é um gás que bloqueia a ação do etileno por ligar-se a seu receptor na membrana (Sisler et al., 1996), reduzindo severamente as mudanças associadas ao amadurecimento (Faubion, 2000) e prolongando a vida pós-colheita dos frutos.

Visando estabelecer condições que aumentem o período de comercialização de mangas, com manutenção da qualidade no amadurecimento subsequente à colheita, os objetivos deste trabalho foram:

- avaliar o efeito do 1-MCP em prolongar a vida útil pós-colheita de mangas 'Palmer' armazenadas sob refrigeração;
- verificar o comportamento de mangas da cv. Palmer tratadas com 1-metilciclopropeno, armazenadas sob refrigeração e avaliar seu estado de conservação após terem sido retiradas da refrigeração e expostos à temperatura ambiente por quatro dias.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais

A manga é originária do Sudeste Asiático, entre as latitudes 27° Norte e 5° acima do Equador, região que é o primeiro Centro de Diversidade. Devido às inúmeras introduções e distribuição de material genético, alguns autores consideram os Estados Unidos como um segundo Centro de Diversidade (Pinto, 2000). Dentre as cultivares de manga existentes, destacam-se, pela produção comercial, 'Haden', 'Irwin', 'Keitt', 'Kent', 'Palmer' e 'Tommy Atkins' (Resende, 1995).

A manga é uma fruta tropical pertencente ao Filo Angiospermae, Subfilo Dicotiledones, Divisão Lignosae, Ordem Sapindales, Família Anacardiaceae, gênero *Mangifera* e espécie *Mangifera indica* L. O fruto é uma drupa carnosa, achatado lateralmente, com variações conforme o tipo, o tamanho, o peso (poucos gramas a aproximadamente dois quilos), a forma, a coloração (diversas tonalidades de verde, amarelo e vermelho), a presença de fibras (de acordo com a variedade), o aroma e o sabor. As formas mais comuns são arredondada, ovalada, cordiforme e elíptica (Pinto, 1996).

A área de cultivo da manga no mundo, em 2004, era equivalente a 3,7 milhões de hectares, com uma produção total de 26,29 milhões de toneladas. O Brasil possui a maior área de cultivo da América do Sul, com 67 mil hectares e produção de 845 mil toneladas, porém, apenas 1,8% da área e da produção mundial, sendo o sétimo produtor mundial (FAO, 2005). Os estados da Bahia, com 252,952 mil toneladas e Pernambuco, com 136,488 mil toneladas em 2002, foram os maiores representantes brasileiros na exportação de manga naquele ano (Agrianual, 2005).

A manga (*Mangifera indica* L.) é uma das mais importantes frutas tropicais, sendo muito apreciada por seu sabor, aroma e coloração característicos e atraentes. A composição química da manga varia de acordo com as condições da cultura, variedade e estágio de maturação, entre outros fatores (Carnelossi et al., 2003), ms é constituída principalmente de água, carboidratos, ácidos orgânicos, sais minerais, proteínas, vitaminas e pigmentos (Cardello & Cardello, 1998) (Tabela 1).

TABELA 1 Composição química de 100g de polpa de manga.

Água	81,7g	Fósforo	17 a 54mg
Calorias	67 a 73kcal	Ferro	0,39 a 0,78mg
Proteínas	0,4 a 0,7g	Sódio	7,0 a 23,1mg
Lipídeos	0,3 a 0,4g	Potássio	76,2 a 189,3mg
Carboidratos	16,8g	Magnésio	18mg
Fibras	0,62 a 1,64g	Vitamina A	160 a 4.800U.I.
Pectina	0,96 a 3,06g	Tiamina	0,010 a 0,051mg
Cinzas	0,4g	Riboflavina	0,023 a 0,061mg
Cálcio	10 a 34mg	Niacina	0,2 a 1,1mg

Fonte: Manica, 2001.

A polpa representa de 75,8% a 87,2% do peso total do fruto, com 3,32% a 4,20% de açúcares redutores, 10,89% a 14,50% de açúcares totais, sólidos solúveis (°Brix) de 16,50% a 21,3%, pH de 3,69 a 5,5, acidez total de 0,21% a 0,58% e uma relação Brix/acidez de 38,3 a 158,0 (Manica, 2001).

Bleinroth et al. (1985) avaliaram as características físico-químicas da manga 'Palmer' e obtiveram os seguintes resultados : polpa, 70,43%; pH, 3,85; sólidos solúveis, 14,70°Brix; acidez titulável, 0,47% de ácido cítrico; sólidos totais, 17,49%; açúcares redutores, 3,32%; açúcares totais, 14,44%; vitamina C, 71mg/100g; fibra, 0,83%; e pectina, 1,34%.

Os valores médios das características físicas determinadas para a manga 'Palmer', produzida no estado de São Paulo, foram assim apresentados por Bleinroth (1981): comprimento, 14,20cm; diâmetro maior, 9,29cm; diâmetro menor, 8,71cm; massa, 606,74g; peso específico real, 0,98g.cm³; e peso específico aparente, 0,46g.cm³.

O tamanho de unidades individuais de um produto pode afetar a escolha do consumidor, bem como as práticas de manuseio, o potencial de armazenamento, a seleção de mercado e o uso final. A manga é avaliada pela dimensão (circunferência, diâmetro, comprimento e largura), massa e volume (Chitarra, 1998).

Cantillano et al. (2001) relataram que um dos aspectos relevantes no mercado de frutas frescas é a qualidade. O conceito moderno de qualidade envolve, além das características dos frutos, os processos utilizados na produção e comercialização. A qualidade das frutas pode ser definida por fatores intrínsecos e extrínsecos. Como fatores intrínsecos podem ser citados: tamanho, peso, cor, textura, sólidos solúveis, acidez, fatores nutritivos (minerais, vitaminas, água), fatores toxicológicos e de qualidade sanitária. Como fatores extrínsecos podem ser considerados: apresentação e homogeneidade do produto, facilidade de consumo e tipo de embalagem, seja para proteger o produto, seja para atender às necessidades do cliente (preservação do meio ambiente, informação e outros).

2.2 Desenvolvimento e fisiologia do amadurecimento

O desenvolvimento do fruto da mangueira segue um padrão de crescimento sigmoidal simples inicialmente rápido (Chitarra & Chitarra, 1990), evoluindo para um mais lento. No início, ocorrem sucessivas divisões celulares e alargamento celular, seguidos de maturação, amadurecimento e, finalmente, senescência.

Segundo Manica (2001) & Medina (1996), o desenvolvimento do fruto da manga, da fertilização até a sua plena maturidade, está dividido em quatro estádios distintos:

- ☆ juvenilidade: caracteriza-se pela rápida divisão e intenso crescimento celular, elevada atividade respiratória, os frutos têm uma alta percentagem de água e uma baixa relação C/N (carbono/nitrogênio);
- ☆ maturação ou climatério: nesse estágio que o máximo da atividade respiratória, com uma intensa ascensão climatérica, ou pico climatérico, aparecendo uma alta relação C/N. Os frutos neste período diminuem o seu conteúdo em amido e alcançam sua plena maturidade;
- ☆ amadurecimento: caracterizada por uma taxa máxima de crescimento (exponencial), em que as células se alongam, há um aumento de compostos voláteis aromáticos, um grande incremento das taxas respiratórias e um acentuado aumento da relação C/N, surgindo um aroma distinto nas mangas ainda verdes;
- ☆ senescência: período pós-climatério, quando ocorre uma redução na taxa de respiração e brusca elevação da relação C/N, diminuição no teor de sacarose e também uma grande redução no teor da acidez, mas com um aumento dos açúcares redutores, principalmente da glicose.

Essas alterações podem ser generalizadas, porém, variações genéticas e edafoclimáticas afetam a duração dos estádios mencionados (Medina, 1996).

Na fase final do desenvolvimento do fruto na planta, ocorre a maturidade fisiológica. A continuação do desenvolvimento do fruto, ou amadurecimento, que o torna comestível para o ser humano, pode ocorrer depois de sua separação da planta. A senescência, ou degradação final, é a parte terminal da maturação. Nos frutos que apresentam, durante a maturação, o padrão climatérico de respiração, o pico respiratório ou climatérico separa o fim do desenvolvimento e o início da senescência (Awad, 1993).

Em relação à fisiologia pós-colheita, o amadurecimento é uma fase importante do desenvolvimento dos frutos, pois eles tornam-se palatáveis e comercialmente atrativos, em função das mudanças na coloração, na textura, na concentração de açúcares e de compostos aromáticos, bem como na acidez e compostos fenólicos. Estas mudanças envolvem complexas transformações no metabolismo dos frutos, as quais são decorrentes do aumento da atividade enzimática e, no caso de frutos do tipo climatérico, estão associadas a mudanças da atividade respiratória e biossíntese de etileno. O amadurecimento leva o fruto à senescência, fase final do processo de desenvolvimento (Rhodes, 1980).

A maturação é a fase mais estudada do desenvolvimento dos frutos. Nela podem ocorrer perdas consideráveis do produto, devido ao manuseio impróprio, podendo-se obter maior benefício econômico com a limitação dessas perdas do que com o aumento de produção (Awad, 1993).

A atividade respiratória é influenciada, pelo menos em parte, pela composição do fruto completamente formado e pelas alterações químicas que ocorrem durante a fase da maturação. As substâncias que, possivelmente, fazem parte ativa nestas alterações são proteínas, glicídeos, lipídeos, ácidos orgânicos, vitaminas, minerais e alguns componentes específicos da parede celular como hemicelulose, celulose e pectinas. A respiração resulta em modificações profundas desses constituintes que podem ser altamente indesejáveis sob o ponto

de vista da qualidade. Assim, o controle da respiração passa a ser condição essencial para a obtenção de condições adequadas de armazenamento de produtos perecíveis (Chitarra & Chitarra, 1990).

2.3 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 (Kader, 1986).

O processo fisiológico que tem sido usado para separar os frutos em grupo é a respiração, a qual apresenta-se com 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 da cultivar e do grau de maturidade no momento da colheita.

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 & Puschmann (1991), estudando a maturação pós-colheita de mangas '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 CEPA (ácido 2-cloroetil-fosfônico).

Silva (2002), estudando o perfil de respiração das variedades 'Haden' e a 'Van Dyke', concluiu que estas variedades parecem apresentar um padrão respiratório típico de frutos climatéricos.

2.4 Características de qualidade pós-colheita

2.4.1 Etileno

O etileno é considerado tanto o hormônio que inicia a maturação como o produto desse processo. O início da síntese de etileno é parte indispensável do processo de maturação. Após esse início, a produção autocatalítica do gás tem como objetivo acelerar e tornar mais uniforme o amadurecimento dos frutos climatéricos. Mudanças na cor, sabor, aroma e textura, são características importantes do amadurecimento e senescência dos frutos (Awad, 1993).

O etileno (C_2H_4) é um fitormônio que está envolvido na aceleração do amadurecimento e senescência de frutos climatéricos. Ele é encontrado nos espaços intercelulares e tem como precursor primário o aminoácido metionina (Jacomino, 2002).

A via para biossíntese de etileno foi relatada, pela primeira vez, em um experimento com maçã (Adams & Yang, 1979, citado por Gomez-Lim, 1997). Desde então, a mesma via foi demonstrada em numerosos frutos climatéricos, como abacate, banana e tomate, indicando que ela é uma via normal em muitas plantas (Moraes & Puschmann, 1991).

A via de biossíntese do etileno compreende a conversão da S-adenosil-metionina (SAM) em ácido 1-carboxílico-1-aminociclopropano (ACC), sob a ação da ACC sintase (ACCS) e a conversão do ACC em etileno, pela enzima formadora do etileno (EFE) ou ACC oxidase (ACCO). Ainda, o ACC pode ser malonilado, produzindo o N-malonil ACC, sob a ação da N-malonil transferase (NMT), reduzindo a disponibilidade de substrato para a ACCO (Chaves et al., 1998).

O amadurecimento e a senescência dos frutos dependem, em parte, do aumento de sua sensibilidade ou da diminuição de sua resistência à ação do etileno e, em parte, do desaparecimento ou inativação de inibidores como as auxinas, que poderiam representar fatores de juvenildade no fruto. O aumento da sensibilidade ao etileno pode estar ligado à diminuição da concentração de auxinas em certos frutos (Awad, 1993).

O modo de ação do etileno ainda não foi totalmente esclarecido. Porém, sabe-se que o etileno produzido liga-se a uma molécula receptora, provavelmente uma proteína (ETR1), que possui um sítio de ligação desse fitormônio. A ativação do mesmo segue dois passos possíveis: o próprio receptor ativa o fitormônio ou, o que parece mais provável, uma via de sinalização formada por mensageiros secundários que vai ao núcleo da célula e induz a expressão gênica (transcrição). Conseqüentemente, há a formação de novos RNAs e novas proteínas, desencadeando uma série de respostas inerentes ao etileno, como o amadurecimento e a senescência do fruto (Levievre et al., 1997). Partindo desse princípio, a inibição da ligação do etileno ao seu receptor pode reduzir a produção autocatalítica e a ação do mesmo e, com isso, retardar o amadurecimento e a senescência de frutos climatéricos.

A manga produz um pequeno, mas notável pico de etileno durante o amadurecimento (Gomez-Lim, 1997). Burg & Burg (1962) demonstraram que isso ocorreu nas monoembriônicas 'Haden' e 'Kent', em que a produção de etileno é baixa no pré-climatério, mas aumentou consideravelmente durante o período climatérico.

Cua & Lizada (1990) verificaram, na manga 'Carabao', que a produção de etileno ocorre antes de completar a maturidade ($125 \text{ nL.L}^{-1}.\text{h}^{-1}$). Os níveis do substrato da ACC foram muito semelhantes em toda a parte do mesocarpo.

Burg & Burg (1962) relataram que a fruta imatura tinha altos níveis de etileno ($1870 \text{ nL.L}^{-1}.\text{h}^{-1}$) mesmo antes dos frutos serem colhidos.

Ketsa et al. (1999) estudando a cultivar 'Nam Dokmai', observaram produção de 4,4 nL. g⁻¹ h⁻¹ de etileno 4 dias após a colheita. Simultaneamente, verificaram um aumento na atividade da ACC e ACS, durante esse período.

A produção de etileno pode ocorrer antes, depois ou coincidente ao pico climatérico. Essa característica depende da variedade de manga estudada (Trinidad et al., 1997).

2.4.2 Firmeza

A firmeza é um dos atributos de qualidade de maior importância em frutas e hortaliças. Pode ser avaliada tanto por métodos subjetivos, pela compressão do produto com o polegar ou por painel de análise sensorial, quanto por métodos objetivos que correspondem a uma expressão numérica das características da firmeza, com auxílio de instrumentos, entre os quais, penetrômetros, pressurômetros, testadores da compressão, como cisalhamentos e tensão (Chitarra & Chitarra, 1990). Estes instrumentos determinam a firmeza da fruta de forma destrutiva, medindo a resistência da polpa à deformação e ao esforço cortante, introduzindo-se o cilindro no fruto desprovido de casca (Correa, 1998). O valor obtido para se determinar a firmeza foi definido pelo máximo de força requerida para que uma parte da ponteira penetrasse na polpa da fruta (Blanpied et al., citados por Medlicott, 1986).

Em manga, ocorre o amaciamento durante o amadurecimento e o armazenamento, sendo este processo de especial interesse para a conservação e o processamento industrial. Estas modificações estão correlacionadas à hidrólise dos polissacarídeos da parede celular, como a degradação enzimática da protopectina e à solubilização de conteúdos celulares e da parede celular (Brinson et al., 1988).

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).

A manga vai perdendo a sua consistência com o amadurecimento (Roe & Bruemmer, 1981; Bissoli Júnior, 1992; Mitcham & McDonald, 1992; El-Zoghbi, 1994; Lima, 1997; Lederman et al., 1997; Ketsa et al., 1998; Evangelista, 1999; Freire Júnior & Chitarra, 1999; Valente et al., 2000; Báez-Sañudo et al., 2001).

Para a maioria das cultivares, o ponto de colheita é recomendado quando os frutos apresentam uma firmeza em torno de 118 N (Bleinroth, 1988).

2.4.2.1 Metabolismo da parede celular

O amadurecimento de muitos frutos é caracterizado pelo amaciamento da polpa, pela ação conjunta de diferentes hidrolases da parede celular (Gomez-Lim, 1997) 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 (Cavalca et al., 1994). Roe & Bruemmer (1981) estudando as mangas 'Keitt', confirmaram que, durante o amadurecimento da fruta, ocorriam 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).

Brison et al. (1988) 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.

Alguns autores citam que a enzima responsável pela solubilização da pectina é a poligalacturonase (PG), que demonstrou um claro aumento no processo de amadurecimento em diferentes cultivares de manga que foram analisadas (Abu-Sarra & Abu-Goukh, 1992; Mitcham & McDonald, 1992; Aina & Oladunjoye, 1993; El-Zoghbi, 1994). A poligalacturonase tem sido a enzima mais frequentemente estudada durante o amadurecimento de muitas frutas, inclusive a manga. A correlação entre o aumento da atividade da PG com o aumento na solubilização da pectina e amaciamento que acompanha o amadurecimento tem sido observada em várias frutas, assim como a manga (Roe & Bruemmer, 1981).

Abu-Sarra & Abu-Goukh (1992) observaram, na manga 'Abu-Samaka', que, apesar dos altos níveis de PG, ela apresentou um baixo índice de amaciamento, ao contrário da 'Kitchner', que demonstrou um elevado índice de amaciamento. Isso indica que outras enzimas e ou processo não enzimático, além da atividade da PG, são envolvidos no extenso amaciamento da manga.

Atividade da PG na manga é muito baixa, comparada com o tomate (Tucker & Grierson, 1982). O nível da atividade da PG na manga é comparável com o pimentão doce (Jen & Robinson, 1984), uma fruta que amacia extensivamente.

A atividade da PG é sempre alta no interior do mesocarpo e o amaciamento é iniciado no interior da fruta e continua externamente (Gomez-Lim, 1997).

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. Foi observada a ação conjunta da pectinametilesterase (PME) e da poligalacturonase na transformação das substâncias pécticas durante o amadurecimento.

A PG parece ser mais ativa em degradar pectina desmetilada do que a pectina metilada (Seymour et al., 1987). Entretanto, pectinametilesterase, um grupo de enzimas que catalisa desesterificação do éster metil galacturônico da pectina para livrar seu grupo carboxil, pode ser importante fator durante o amadurecimento. A atividade da PME foi detectada em um número de tecidos de plantas e diferentes PG, estando presente sempre na fruta verde (Tucker & Grierson, 1982). Relatos de mudanças na atividade da PME durante o amadurecimento são freqüentemente contraditórios. Durante o amadurecimento da manga, demonstrou-se decréscimo na atividade de PME (Roe & Bruemmer, 1981; El-Zoghbi, 1994); outros estudos demonstraram atividade constante (Ashraf et al., 1981) e outros aumento da atividade (Aina & Oladunjoye, 1993). Isto não é exclusivo para a manga, já tendo sido relatado para o tomate, abacate e banana (Tucher & Grierson, 1982).

Cavalca et al. (1994), estudando a manga 'Haden', obtiveram resultados relativos 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.

De fato, o acompanhamento das variações das atividades dessas enzimas, ou seja, o aumento da atividade da PG ocorrendo somente após o início da queda da atividade da PME, sugere, sem dúvida, que esta última parece preparar a protopectina pela remoção dos grupos metílicos, para a ação da PG que, inicialmente, atuaria quebrando as cadeias de pectina (atividade de endo-

poligalacturonase) e, a seguir, de forma mais evidente, nos grupos terminais das cadeias (atividade de exo-poligalacturonase) (Cavalca et al., 1994).

Durante o amaciamento, há considerável evidência de que os açúcares neutros da parede celular das frutas são perdidos. Isto é também verdadeiro para manga pois Brinson et al. (1988) e Mitcham & MacDonald (1992) demonstraram que isso ocorreu. Nestes estudos, são descritos a composição de parede isolada e os polímeros solúveis recuperados de homogenato de tecidos de frutas. Infelizmente, nenhum método poderia descobrir a ocorrência de mais mudanças sutis da parede celular, aqueles que poderiam mudar os polímeros da parede celular sem alterar os níveis dos componentes de açúcares. Os relatos de perdas de galactose e arabinose da parede celular de frutas de várias espécies de plantas têm proposto a pesquisa para gliconases e glicosidases (Gomez-Lim, 1997), e β -galactosidase (Ranwala et al., 1992), que podem participar do amaciamento de frutas e modificações na parede celular.

Em manga, a β -galactosidase aumenta sua atividade com o amadurecimento e este aumento está associado ao aumento da solubilidade e despolimerização das pectinas, contribuindo para o decréscimo da firmeza. As isoformas de β -galactosidase que ocorrem podem ser distribuídas de modo diferenciado no tecido e sua atividade muda durante o amadurecimento (Ali & Lazan, 1995).

A enzima β -galactosidase hidrolisa as ligações cruzadas de galactana e causa afrouxamento dos poliuronídeos de parede celular (Wallner, 1978).

2.4.3 Sólidos solúveis (SS), açúcares e amido

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, 1990).

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 mangas 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 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 é 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, os principais açúcares (Cardello & Cardello, 1998).

2.4.4 Acidez total (AT) e pH

A acidez de um fruto é dada pela presença dos ácidos orgânicos. Os ácidos orgânicos servem de substrato para a respiração, sendo fundamentais na síntese de compostos fenólicos, lipídios e aromas voláteis. Os ácidos são encontrados nos vacúolos das células na forma livre e ou combinados com sais, ésteres e glicosídeos (Chitarra & Chitarra, 1990).

O teor de ácidos orgânicos tende a diminuir durante o processo de maturação, devido à oxidação dos ácidos no ciclo dos ácidos tricarbóxicos em decorrência da respiração (Brody, 1996). 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 manga, a acidez deve-se, principalmente, à presença de ácidos cítricos e málico em maior quantidade e os demais ácidos, como oxálico, succínico, oxalacético, α -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).

Jerônimo & Kaneshiro (2000), armazenando mangas 'Palmer' em diferentes embalagens nas temperaturas de 13°C e 24°C, encontraram valores de 1,10% a 0,118% de ácido cítrico. Kaneshiro et al. (1995) encontraram valores em torno de 0,5% em polpa de mangas verdes e de 0,15% em mangas maduras 'Tommy Atkins'.

A manga é considerada um fruto ácido e a maioria das cultivares apresenta valores de pH abaixo de 4,5 (Berniz, 1984). Durante o amadurecimento, há diminuição da acidez e, conseqüentemente, aumento do pH. Maia et al. (1986) determinaram, para mangas brasileiras das variedades 'Rosa', 'Coité', 'Jasmin', 'Espada' e 'Itamaracá', nos estádios "de vez" e "maduro", valores de pH compreendidos entre 2,8 a 4,4.

2.4.5 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.

Como em outros frutos, nas mangas, essa relação aumenta em função do aumento de SS e diminuição de AT. Salles & 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 87,0, nos frutos colhidos aos 120 dias e armazenados por 39 dias, sendo 30 dias sob condições de refrigeração.

2.4.6 Vitamina C

A vitamina C é muito encontrada no reino vegetal. Ela recebe o nome de ácido ascórbico, que é a forma principal de atividade biológica. Ao se oxidar, o ácido ascórbico se transforma em ácido dehidroascórbico, que é também ativo (Wills et al., 1984).

O solo, o clima, as condições pluviométricas, o grau de maturação e a temperatura de armazenamento influem na composição vitamínica do alimento.

As mangas verdes são adstringentes, ácidas e ricas em vitamina C, entretanto, quando amadurecem, são doces, ricas em pró-vitamina A, moderadas em vitamina C e altamente aromáticas (Lima, 1997).

O ácido ascórbico é muito instável. Pesquisadores têm examinado perdas de vitamina C e sugerido que ela é uma boa indicadora do valor nutricional de frutas e hortaliças. A estabilidade das vitaminas em alimentos é afetada por vários fatores, incluindo temperatura, luz, oxigênio e pH (Klein, 1987; citado por Carvalho, 2000).

De acordo com Manica (2001), o ácido ascórbico, ou vitamina C, tende a decrescer com o amadurecimento da manga. Os teores de vitamina C da polpa diminuem com o avanço do amadurecimento e os teores da casca aumentam (Medina, 1998). Porém, independentemente da temperatura de maturação na manga madura, os teores de vitamina C da casca também diminuem, embora menos acentuadamente do que no caso da polpa. Nas cultivares comerciais do

Brasil e da Índia, têm-se encontrado valores de 138 a 254mg.100g⁻¹; em outros cultivares, de 70 a 130mg.100g⁻¹, em mangas verdes. Nas frutas maduras, estes valores caíram para 117 a 171mg e de 15 a 50mg.100g⁻¹, respectivamente. Nos cultivares da Flórida, a proporção de vitamina C é, em média, de 119mg, a qual decrescia para 5,4mg.100g⁻¹ de polpa na fruta madura (Manica, 2001).

Cardello & Cardello (1998), estudando o teor de vitamina C e atividade de ascorbato oxidase na variedade 'Haden' durante o amadurecimento, observaram que a quantidade de ácido ascórbico diminuiu consideravelmente com o amadurecimento, em contraste com a atividade da ascorbato oxidase, que aumentou significativamente durante o mesmo período.

O teor de vitamina C em mangas pode aumentar ou diminuir durante o armazenamento. Lima (1997) encontrou, para as mangas '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 mangas 'Keitt'.

Evangelista (1999) observou, em mangas 'Tommy Atkins', aumento no teor de vitamina C do início (52,33mg.100g⁻¹) ao 28º dia (98,98mg.100g⁻¹), seguido de diminuição no 35º dia (92,43mg.100g⁻¹), em armazenamento refrigerado.

Estudos citados por Medina et al. (1981) demonstram um decréscimo de vitamina C, de 70-130mg.100g⁻¹, em frutos verdes para 15-50mg.100g⁻¹, em frutos maduros. Em cultivares comerciais da Índia decréscimos de 192mg.100g⁻¹, para 96,1mg.100g⁻¹, foram observados.

2.4.7 Cor

A cor é o atributo de qualidade mais atrativo para o consumidor. Os produtos de coloração forte e brilhante são os preferidos, embora, na maioria dos

casos, a cor não se correlacione nem com o valor nutritivo e nem com a qualidade comestível do produto (Chitarra, 1998). Com relação aos pigmentos, para a maioria das frutas, o primeiro sinal de amadurecimento consiste no desaparecimento da cor verde. O decréscimo de clorofila, durante o amadurecimento, é lento e, geralmente, uma certa quantidade de pigmento pode permanecer na fruta.

A degradação da clorofila é o processo predominante na mudança de cor dos frutos. Esta degradação ocorre em função das mudanças de pH, de ácidos, do aumento dos processos oxidativos e da ação das clorofilases (Wills et al., 1998).

A casca da manga madura demonstra uma ampla extensão e mistura de cores de verde para verde-amarelado, vermelho, violeta e amarelo. Os principais pigmentos na fruta são clorofila, caroteno, xantofilas e antocianinas, que são sintetizados via terpenóides ou fenilpropanóides (Gomez-Lim, 1997).

A manga é uma fruta rica em caroteno, responsável pela sua coloração amarela quando madura. A quantidade de carotenóides 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). Lakshminarayana (1980) citado por Gomez-Lim (1997), observou que a composição de carotenóides da manga pode mudar durante o processo de amadurecimento, sendo o β -caroteno, o mais abundante caroteno na fruta verde e fitoflueno na fruta madura e γ -caroteno é presente em todos estádios de amadurecimento.

Durante o amadurecimento da manga 'Tommy Atkins', a clorofila é rapidamente degradada durante o acúmulo de antocianinas (Medlicott et al., 1986).

No decorrer do amadurecimento, a clorofila é gradualmente destruída pela ação enzimática, o que determina que o caroteno e a xantofila se tornem cada vez mais evidentes com o progresso do amadurecimento. A perda da coloração é mais ou menos rápida, dependendo da atividade enzimática (Silva et al., 1996).

John et al. (1970) observaram que os carotenóides na polpa continuam a aumentar na fruta, independente do processo de amadurecimento.

Tratamento com alta temperatura (50-55°C), muitas vezes, resulta em aumento da intensidade da cor da casca e um detectável aumento no total de carotenóides, embora tratamentos prolongados sob alta temperatura possam resultar em ausência de desenvolvimento de cor (Medlicott et al., 1986).

Recentemente, Mercadante et al. (1997) confirmaram que os carotenóides em maior quantidade na manga 'Keitt' foram β -caroteno, trans- e 9-cis-violaxantino. Pott et al. (2003) identificaram, no mesocarpo na cv. Kent, o carotenóide violaxantino dibutirato.

A determinação da coloração dos frutos pode ser feita por métodos subjetivos, os quais baseiam-se na intensidade e nas variações de cores perceptíveis ao olho humano. O risco de erros humanos na percepção de diferenças na escala de cores e o fato de essas pessoas precisam ser treinadas acuradamente para quantificar essa medida, pois a modificação na coloração da casca é uma característica individual de cada cultivar, têm levado ao desenvolvimento de instrumentos automatizados que permitam registrar as modificações dos componentes que definem a cor durante o amadurecimento, de maneira objetiva. Como os colorímetros que não diferenciam os pigmentos que incluem as clorofilas, carotenóides e antocianinas, presentes na casca da manga, os fluorômetros são considerados mais específicos para quantificar o desverdecimento da casca dos frutos, por meio da fluorescência da clorofila (Jacobi et al., 1998). No uso do colorímetro, são considerados parâmetros, como claridade representado pelo valor L^* , o valor a^* , que corresponde a uma

variação de cores do verde (-a) ao vermelho (+a) e o valor b* correspondendo a variação de cores do azul (-b) ao amarelo (+b). Este método garante uma maior confiabilidade (Chitarra & Chitarra, 1990).

O uso deste equipamento tem sido relatado para mangas de diversas variedades (Trinidad et al., 1997; Jacobi, 1998; Jerônimo & Kaneshiro, 2000).

2.5 Conservação pós-colheita

O tempo de duração dos frutos colhidos é de grande importância na comercialização. A manga difere das demais frutas 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 mangas, sob condições ambientais, é caracterizada pela rápida taxa de amadurecimento e senescência e o controle destes processos é essencial 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, 1990).

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 das frutas às condições de armazenamento e tomar decisões sobre o destino que será dado à fruta, ou seja, armazenamento a curto, médio e longo prazos, ou, mesmo, sua comercialização imediata (Girardi, 2001).

2.5.1 Temperaturas baixas

Existe uma temperatura ideal para a maturação de cada tipo de fruto, para que o mesmo alcance um máximo de qualidade comestível. Temperaturas inferiores ou superiores não são satisfatórias, podendo acarretar injúrias fisiológicas (Chitarra & Chitarra, 1990).

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 uma 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 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, 1990).

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

A manga é uma fruta 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 mangas 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 carotenóides durante o armazenamento (Paull, citado por Yamashita, 1995).

A melhor temperatura para a conservação de mangas 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.

Medina (1996) cita que mangas ‘Tommy Atkins’, colhidas imaturas, apresentam maturação anormal sete dias após a colheita, com as características de amadurecimento, tais como, consistência da polpa, teor de sólidos solúveis e coloração da polpa e casca, inferiores às de mangas com grau de maturidade mais elevado.

Jerônimo & Kaneshiro (2000), avaliando o efeito de baixas temperaturas de armazenamento em mangas ‘Tommy Atkins’ e ‘Parvin’, verificou 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. Mas, aqueles armazenados a 5°C não amadureceram e apresentaram sintomas de danos pelo frio.

Zambrano et al. (2000) analisaram o efeito do armazenamento refrigerado a 13°C sobre a qualidade pós-colheita das variedades 'Palmer', 'Keitt', 'Springfels', 'Kent' e 'Anderson' e concluíram que o amadurecimento de cada uma delas é afetado pelo tempo de armazenamento.

A refrigeração é o método mais econômico para o armazenamento prolongado de frutos e hortaliças frescos. Os demais métodos de controle do amadurecimento e das doenças são utilizados como complemento da refrigeração (Chitarra & Chitarra, 1990).

2.5.2 Uso de 1-metilciclopropeno (1-MCP)

Controle do amadurecimento de frutas é importante para assegurar uma boa qualidade para o consumidor. O amadurecimento durante o armazenamento, transporte e distribuição é inevitável, podendo resultar em danos antes do consumo. O etileno desencadeia o amadurecimento em frutas climatéricas e senescência em frutas não-climatéricas, hortaliças e ornamentais (Hofman et al., 2001). Recentemente, tem-se estudado o efeito do 1-metilciclopropeno (1-MCP) como inibidor da ação do etileno. Kim et al. (2001) relataram que o 1-MCP inibiu o amadurecimento em maçãs, bananas e tomates.

O 1-MCP é um composto volátil recentemente descoberto e que tem demonstrado ser um eficiente inibidor da ação do etileno (Serek et al., 1995; 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). Recentes estudos indicaram que o 1-MCP pode suprimir a produção de etileno e, com isso, retardar o amadurecimento de muitos frutos

como manga por 5 dias, pinha por 3,4 dias, mamão por 15,6 dias, abacate por 4,4 dias a 20°C (Jiang & Joyce, 2000; Hofman et al., 2001; Blankenship & Dole, 2003).

Sisler et al. (2001) relatam que a forma mais estável desse composto é gasosa. Por isso, deve ser sempre aplicado nesta forma, em doses extremamente baixas ($\text{ppm} = \mu\text{L.L}^{-1}$ ou $\text{ppb} = \text{nL.L}^{-1}$), com rápida difusão pelos tecidos, o que implica em menores tempos de aplicação na pós-colheita, já tendo sido registrado em muitos países, como Brasil, Argentina, Colômbia, Equador, Estados Unidos, África do Sul, por exemplo. Para produtos alimentícios, o 1-MCP recebeu o nome de *Smartfresh*®. Na Figura 1 está representada a estrutura química do 1-MCP.



FIGURA 1 Estrutura do 1-MCP (C_4H_6), antagonista do etileno (C_2H_4). (Fonte: Manual do Fabricante).

A concentração de 1-MCP necessária para se obter efeito na inibição da ação do etileno varia conforme a espécie, a cultivar, a estágio de maturação, a temperatura de exposição, a interação entre concentração e tempo de exposição e, produção de novos receptores de etileno (Blankenship & Dole, 2003).

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), a pinhas 'African Pride' (9,3 dias) e a abacates 'Hass' (15,6 dias) estaria relacionado à menor taxa de síntese de receptores de etileno, quando os frutos foram tratados com $25\mu\text{L.L}^{-1}$ de 1-MCP e temperatura de armazenamento.

Jacomino (2002), estudando a conservação de goiabas 'Pedro Sato' tratadas com 1-MCP com quatro concentrações (60, 120, 240 e 900nL.L^{-1}) e três tempos de exposição (3, 6 e 12 horas), concluiu que o tratamento com 900nL.L^{-1} de 1-MCP, durante 3 horas, foi considerado o mais eficiente em retardar o amadurecimento dos frutos nas duas temperaturas de armazenamento. Este tratamento permitiu a conservação dos frutos por 16 dias em ambiente refrigerado e 9 dias sob condição ambiente.

Kim et al. (2001) analisaram a redução do amaciamento e produção de etileno no kiwi com o uso de 1-MCP (1, 10 e $100\mu\text{L.L}^{-1}$) por 16 horas, armazenado a 0°C e 20°C . Estes autores observaram que os efeitos do 1-MCP em kiwi são transitórios, persistindo por 8-16 dias a 0°C ou 4-8 dias a 20°C , reduzindo a produção de etileno e o amaciamento da fruta.

Garcia-Estrada et al. (2001) avaliaram mangas 'Kent' nas concentrações de 10, 30, 62, 125 e 250nL.L^{-1} de 1-MCP sob temperatura de armazenamento a 23°C . As concentrações de 62, 125 e 250nL.L^{-1} determinaram menor incidência e severidade de antracnose e as de 125 e 250nL.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 dose de 62nL.L^{-1} . A aplicação de 1-MCP em combinação com o uso de embalagens de polietileno pode estender a vida útil pós-colheita em mangas 'Zihua' no ambiente, como substituto da cadeia do frio (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.

Alves (2004), estudando mangas 'Tommy Atkins' submetidas a 30 e 120nL.L⁻¹ de 1-MCP/12 horas, observaram retardo do amadurecimento por 25 dias a 11°C e 7 dias à temperatura ambiente, com atraso da produção de etileno e redução da taxa respiratória, a perda de peso e a firmeza.

Silva (2003) observou, estudando na manga 'Rosa', usando 120nL.L⁻¹ de 1-MCP/12 horas retardo do amadurecimento por 9 dias à temperatura ambiente e 12 dias a 10°C.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Matéria-prima

Foram utilizados frutos de mangueira (*Mangifera indica* L.) cultivar Palmer provenientes de um pomar com 4 anos de idade, localizado no município de Livramento de Nossa Senhora, Bahia (13°17' a 15°20' de latitude sul e 41°05' a 43°36' de longitude W. Gr.).

Foram colhidos 300 frutos, manualmente, pela manhã, no estágio de maturação “de vez”, definido a partir da coloração da polpa, conforme padronização estabelecida para comercialização de mercado interno.

3.2 Instalação e condução do experimento

Após a colheita, os frutos foram acondicionados em contentores e transportados de carro até o Laboratório de pós-colheita de frutas e hortaliças do Departamento de Ciência dos Alimentos, da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.

Dos 300 frutos, 216 foram selecionados em função do tamanho, cor e ausência de danos. Esses frutos foram lavados e sanificados com hipoclorito de sódio a 300mg.L⁻¹ por 15 minutos. Após secagem, os frutos foram divididos aleatoriamente para comporem as parcelas dos dois experimentos.

Antes da aplicação dos tratamentos, 3 parcelas com 3 repetições e com 2 frutos cada (18 frutos) foram avaliadas, a fim de se obter uma amostra padrão no dia da colheita.

Experimento I

- 108 frutos foram separados aleatoriamente, em três grupos de 36;
- 1º grupo: controle (sem tratamento);

- 2º grupo: os frutos foram submetidos à aplicação de um 1-Metilciclopropeno (1-MCP) na concentração de 100nL.L⁻¹;
- 3º grupo: os frutos foram submetidos ao 1-MCP, na concentração de 150nL.L⁻¹

A aplicação constou da colocação dos frutos em câmara hermética (caixa de isopor de 100L) e exposição ao produto *Smartfresh*® (0,14% de ingrediente ativo de 1-MCP na formulação pó, Rohm & Haas Company Philadelphia, EUA, que, em contato com a água libera um gás), por um período de 12 horas à temperatura ambiente, para o 2º e 3º grupos. Os frutos controle foram colocados em câmara hermética por 12 horas, porém, sem aplicação de 1-MCP.

Depois de 12 horas da aplicação dos tratamentos, os 108 frutos foram divididos em 6 lotes constituídos por 18 frutos (3 tratamentos), sendo cada tratamento com 3 repetições de 2 frutos cada. Em seguida, foram armazenados em câmara fria a 10 ± 1°C e 80 a 90% de UR, por um período de 35 dias. A cada 7 dias foram retirados 6 frutos de cada tratamento para as análises.

3.3.a Delineamento experimental e estatístico

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), disposto em esquema fatorial 3 x 6, com 3 repetições, em que o primeiro fator correspondeu aos tratamentos: testemunha e as doses de 1-MCP, o segundo ao tempo de coleta dos dados (0, 7, 14, 21, 28 e 35 dias). Cada parcela foi composta por 2 frutos. Os resultados foram submetidos à análise de variância por meio do programa SISVAR. As médias foram comparadas entre si pelo teste 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.

Experimento II

O experimento II foi conduzido nas mesmas condições do experimento I. A cada 7 dias, 6 frutos de cada tratamento eram retirados da câmara fria e armazenados em temperatura ambiente por 4 dias, visando simular o período de comercialização. As condições ambientais apresentaram temperatura de 21,35°-24,9°C e 66,4% de UR, registrados por termohigrógrafo. Após os quatro dias, os frutos foram submetidos às análises.

3.3.b Delineamento experimental e estatístico

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), disposto em esquema fatorial 3 x 6, com 3 repetições, em que o primeiro fator correspondeu aos tratamentos: testemunha e as doses de 1-MCP, o segundo ao tempo de coleta dos dados (0, 7 + 4, 14 + 4, 21 + 4, 28 + 4 e 35 + 4 dias). Cada parcela foi composta por 2 frutos. 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.

3.4 Avaliações realizadas nos frutos

3.4.1 Análises físicas

- Massa do fruto

Determinada, em gramas, com auxílio de balança semi-analítica Núcleo modelo PR1000, utilizando-se os 108 frutos do experimento, pesados de dois em dois.

- Dimensões

Foram utilizadas as mesmas mangas usadas para a determinação da massa. Com o uso de um paquímetro, foram medidos: o comprimento (da base do pedúnculo à outra extremidade), a largura (diâmetro transversal maior) e a espessura (diâmetro transversal menor).

- Perda de massa

Para a determinação da porcentagem de perda de massa foi considerada a diferença entre o peso inicial do fruto e aquele obtido a cada intervalo de tempo da amostragem, utilizando-se balança semi-analítica Núcleo modelo PR1000.

- Firmeza

Determinada com o auxílio de um penetrômetro Mc Cormick, modelo FT 327. Foram feitas quatro medições por fruto, na região equatorial, após remoção de pequena porção da casca. Os resultados obtidos foram multiplicados por 4,4482 e expressos em Newton (N).

- Cor

Foi determinada com o colorímetro Minolta CR 400, efetuando-se 4 leituras por fruto na região equatorial, do lado vermelho e verde do fruto, e da polpa. Os resultados foram expressos em valor L^* , a^* e b^* , sendo a coordenada L^* relacionada à claridade, indicando a variação de cor entre o negro e o branco (0/100). O valor a^* , representa uma variação de cores do verde (-a) ao vermelho (+a) e o valor b^* , variação de cores do azul (-b) ao amarelo (+b).

- Análises físico-químicas

O mesocarpo (polpa) foi triturado na proporção 1:5 (polpa: água) e filtrado em organza para as avaliações de pH, sólidos solúveis e acidez titulável.

- Sólidos solúveis - SS

Determinados por refratometria, em refratômetro digital ATAGO PR-100 com compensação de temperatura automática a 25°C, e expressos em %, segundo a AOAC (1992).

- Acidez titulável - AT

Determinação por titulação com solução de NaOH 0,1N e indicador fenolftaleína, de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (1985). Os resultados foram expressos em % de ácido cítrico.100g⁻¹ de polpa.

- pH

O pH foi determinado utilizando-se um potenciômetro Micronal modelo B 474, segundo técnica da AOAC (1992).

- Relação sólidos solúveis/acidez titulável

Obtida pela divisão do teor de sólidos solúveis pela acidez titulável.

3.4.3 Análises químicas

Para as análises químicas e bioquímicas, os frutos de cada tratamento foram descascados, a polpa cortada em pedaços submetidos ao nitrogênio líquido e armazenadas em freezer a -18°C até a execução das análises.

- Pectinas total e solúvel

As pectinas, total e solúvel, foram extraídas segundo a técnica descrita por McCready & McComb (1952) e determinadas colorimetricamente segundo Bitter & Muir (1962). Os resultados foram expressos em g de pectina.100g⁻¹ de polpa.

- Percentagem de solubilização

Obtida pela seguinte equação: (pectina solúvel/pectina total) x 100

- Açúcares solúveis totais, açúcares redutores e açúcares não-redutores

Os açúcares solúveis totais e redutores foram extraídos pelo método de Lane-Enyon, citado por AOAC (1992) e dosados pelo método descrito por Noelting & Bernfeld (1948). A sacarose foi determinada pela diferença entre açúcares totais e redutores, multiplicada pelo fator 0,95 (fator de conversão do açúcar invertido em sacarose). Os resultados foram expressos em g de glicose. 100g⁻¹ de polpa.

- Vitamina C

O teor de ácido ascórbico (após a oxidação a ácido dehidroascórbico) foi determinado pelo método colorimétrico com 2,4 dinitrofenilhidrazina, segundo Strohecker & Henning (1967). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico.100g⁻¹ de polpa.

3.4.4 Análises bioquímicas

- Atividade de pectinametilesterase (PME)

A técnica descrita por Jen & Robinson (1984) foi utilizada para a determinação da atividade da PME. Utilizou-se, como substrato, uma solução de pectina cítrica a 1% em NaCl 0,2mol.L⁻¹ pH 7,0 à temperatura de 30°C. A taxa

de desmetilação da pectina, adicionada ao extrato enzimático, foi medida por titulação da mistura de reação com NaOH $0,01\text{mol.L}^{-1}$, mantendo-se o pH 7,0 constante por 5 minutos. A unidade de atividade foi considerada como sendo a quantidade de enzima capaz de catalisar a desmetilação de pectina, correspondente a 1nmol de NaOH por minuto por grama de tecido, sob as condições de ensaio.

- Atividade de poligalacturonase (PG)

Determinada segundo o método utilizado por Pressey et al. (1973). Os grupos redutores liberados foram determinados segundo Noelting & Bernfeld (1948). A atividade da PG foi também determinada segundo Markovic et al. (1975) e os grupos redutores foram doseados pela técnica de Somogy & Nelson (1944).

- Atividade de β -D-galactosidase

A atividade de β -D-galactosidase foi determinada segundo a técnica descrita por Ali et al. (1995). A mistura da reação constituiu de 0,1mL do extrato enzimático e 0,1mL do substrato *p*-nitrofenil β -D-galactopiranosídeo $0,01\text{mol.L}^{-1}$ em tampão citrato fosfato $0,1\text{mol}^{-1}$ pH 4,0. Após a incubação a 30°C , a reação foi interrompida com 1,0mL de NaOH $0,05\text{mol.L}^{-1}$. A quantidade de *p*-nitrofenil liberado foi determinada por leitura em espectrofotômetro a 400nm. Uma unidade de enzima foi definida como a quantidade de enzima capaz de catalisar a liberação de 1 μmol de *p*-nitrofenol por minuto nas condições de ensaio.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes à amostra padrão no dia da colheita das mangas encontram-se na Tabela 2. Esta amostragem teve como finalidade a caracterização inicial dos frutos utilizados nos experimentos.

TABELA 2 Valores médios de parâmetros físicos, químicos e bioquímicos da polpa dos frutos padrão.

Variáveis	Média	Variáveis	Média
Massa (g)	550,0	Vitamina C	
		(mg ác. asc.100g ⁻¹)	64,95
Firmeza (N)	154,57	Pectinametilesterase	
		(nmol.min.g ⁻¹)	480
Acidez titulável (g ác. cítr.100g ⁻¹)	1,60	L* (porção verde)	37,64
pH	3,00	a* (porção verde)	8,08
Sólidos solúveis (%)	6,60	b* (porção verde)	14,58
SS/AT	4,00	L*(porção vermelha)	26,82
Pectina total (%)	1,00	a* (porção vermelha)	12,99
Pectina solúvel (%)	0,06	b* (porção vermelha)	3,89
Solubilidade de pectinas (%)	11,76	L* (polpa)	57,73
Açúcares solúveis totais (%)	3,09	a* (polpa)	5,45
Açúcares redutores (%)	2,57	b* (polpa)	39,18
Açúcares não-redutores (%)	0,52		

4.1 Experimento I - Mangas 'Palmer' submetidas à aplicação pós-colheita de 1-MCP e armazenadas a 10°C por 35 dias

4.1.1 Massa e dimensões dos frutos

O gráfico da figura 2 demonstra os valores médios, referentes às determinações de massa e dimensões das mangas. Para as duas variáveis não houve diferença estatística e os coeficientes de variações baixos indicam a uniformidade dos frutos utilizados neste experimento (Tabela 1A).

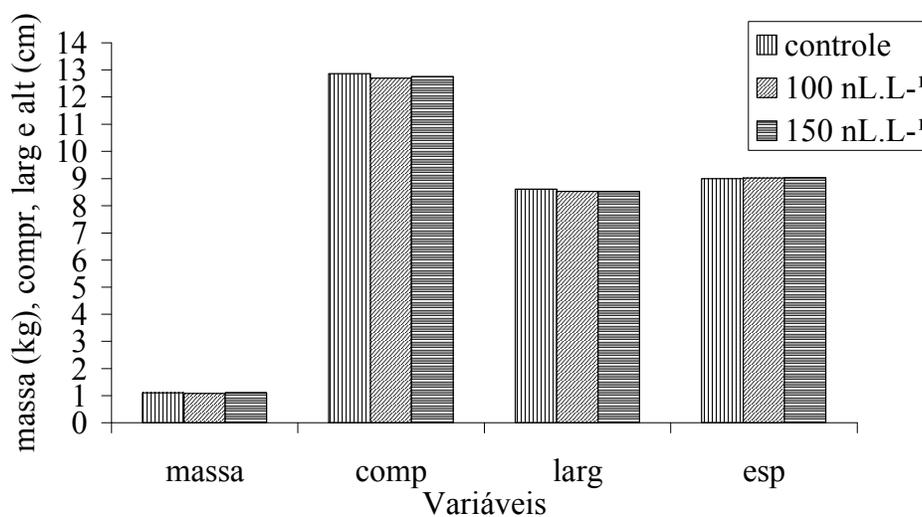


FIGURA 2 Valores médios da massa (kg), comprimento (comp), largura (larg) e espessura (esp) de mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP após 12 horas de aplicação dos tratamentos. Lavras, MG, 2005.

Os valores médios referentes à massa foram entre 545 a 560 gramas; comprimento 127,6 a 128,6mm, largura 85,2 a 86,1mm e espessura de 90,0 a 90,4mm. Megale (2002), quando estudou a caracterização da cultivar 'Palmer', no "estádio de vez" encontrou valores para massa de 611,80 gramas, comprimento de 139,58mm, largura de 91,51mm e espessura de 85,57mm, massa e dimensões maiores do que o encontrado neste experimento, exceto para a espessura. Isto se deve provavelmente as condições edafoclimáticas locais e práticas culturais.

Com base nas dimensões obtidas, a forma da manga 'Palmer' pode ser definida como oblonga, conforme Bleinroth (1981), Manica (2001) e Megale (2002).

4.1.2 Perda de massa

Houve efeito significativo para a interação entre os fatores estudados sobre a perda de massa (Tabela 2A). Observou-se aumento significativo da perda de massa dos frutos ao longo do armazenamento, tendo a maior perda de massa sido notada para o tratamento controle, seguido pelo 150nL.L⁻¹ e pelo 100nL.L⁻¹ (Figura 3).

Ao fim do armazenamento, as mangas apresentavam 10,02%, 8,56% e 8,40% de perda de massa para os tratamentos controle, 150nL.L⁻¹ e 100nL.L⁻¹, respectivamente. No entanto, a perda de massa não foi suficiente para causar murchamento ou comprometer a aparência externa dos frutos. Coccozza (2004), avaliando mangas 'Tommy Atkins' tratadas com 1-MCP nas doses 30, 120 e 240nL.L⁻¹ e armazenada a 12°C por 21 dias, observou redução da perda de massa nos frutos tratados com 1-MCP. Para todas as doses, a perda de massa foi menor que o controle, sem diferenças estatísticas entre as mesmas. Houve uma redução, em perda de massa em quase 10%, em média (4,07%), em relação aos frutos controle (4,50%) nessa característica. No presente experimento, também

observou-se redução de perda de massa nos frutos tratados com o 1-MCP em relação aos frutos controle.

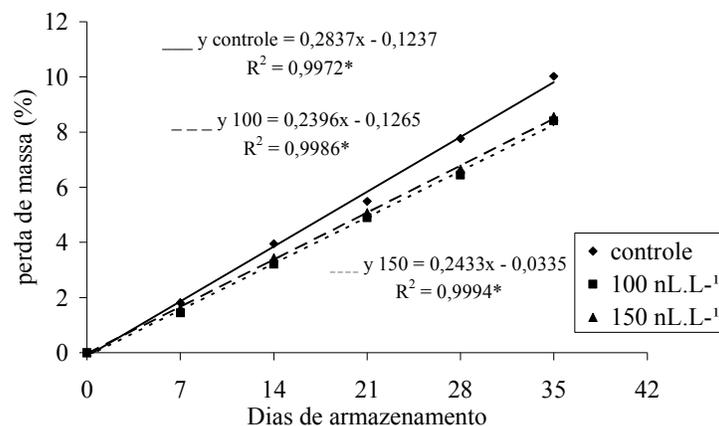


FIGURA 3 Curvas e equações de regressão de perda de massa de mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$), por 35 dias. Lavras, MG, 2005.

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 a alterações no sabor e aparência.

A redução da perda de massa é atribuída à transpiração e à respiração pelo tecido da casca em diversos cultivares de mangas (Gowda & Huddar, 2001; Yamashita et al., 1997).

O 1-MCP, retardando a ação do etileno, diminui a taxa respiratória dos frutos e, conseqüentemente, diminui a perda de massa.

4.1.3 Firmeza

A análise de variância mostrou efeito significativo para a interação entre os dois fatores estudados para a firmeza (Tabela 2A).

O gráfico da Figura 4 representa o comportamento da firmeza dos frutos submetidos aos diferentes tratamentos, ao longo do armazenamento. Os frutos apresentaram inicialmente valores correspondentes a 142,55, 140,65 e 158,28 newtons e, no final do armazenamento, a 10°C (35 dias), apresentaram uma resistência de 36,83, 80,34 e 114,05 newtons, nos tratamentos controle, 100nL.L⁻¹ e 150nL.L⁻¹, respectivamente. Aos 35 dias de armazenamento, houve diferença acentuada na resistência dos frutos, dependentemente do tratamento utilizado. Os frutos controle e os tratados com 100nL.L⁻¹ e 150nL.L⁻¹ de 1-MCP apresentaram 74,16%, 42,87% e 27,94% de perda de firmeza, respectivamente, no final do armazenamento. Os frutos tratados com 150nL.L⁻¹ inicialmente já apresentavam maior resistência e, no final do armazenamento, ainda mostravam tendência em manter a firmeza enquanto que os frutos dos outros tratamentos apresentaram-se mais macios.

A firmeza de polpa do fruto é determinada, principalmente, pela força de coesão entre as pectinas. Com a evolução da maturação, ocorre atuação de enzimas pectinolíticas, que transformam a pectina insolúvel em solúvel e promovem o amolecimento dos frutos. O amadurecimento dos frutos é uma das etapas da maturação mais sensíveis ao etileno (Levievre et al., 1997). A maior firmeza dos frutos tratados com 150nL.L⁻¹ está, provavelmente, associada à

redução na atividade das enzimas hidrolíticas, devido à inibição da ação do etileno.

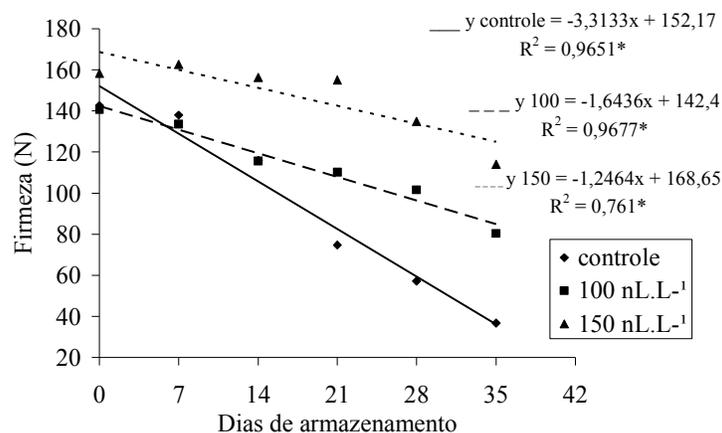


FIGURA 4 Curvas e equações de regressão de firmeza de mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada (10 ± 1 °C), por 35 dias. Lavras, MG, 2005.

Megale (2002), ao avaliar a influência do estágio de maturação sobre a textura de mangas 'Palmer', encontrou resultados médios para a firmeza de 111,03 N no estágio "de vez" e de 5,02 N quando a manga estava madura. Isso demonstra, de forma significativa, a diminuição da firmeza da manga, à medida que amadurece, atributo da grande importância para a aceitação sensorial.

Cocozza (2004) observou que mangas '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.

A firmeza de frutos é um importante parâmetro para se avaliar o grau de amadurecimento. A perda da firmeza de um fruto deve-se à solubilização de substâncias pécnicas que são hidrolisadas por enzimas pectolíticas; as mais relatadas para as mangas são a poligalacturonase e β -galactosidase (Roe & Brummer, 1981; Ali & Lazan, 1995; Ketsa et al., 1998).

4.1.4 Sólidos solúveis (SS)

A análise de variância dos sólidos solúveis apresentou efeito significativo para a interação entre os dois fatores estudados (Tabela 2A).

Os frutos dos três tratamentos apresentaram o mesmo comportamento, relativo aos sólidos solúveis, durante o armazenamento, isto é, a variável aumentou linearmente até o final (Figura 5). Isto ocorre durante o amadurecimento devido à hidrólise de substâncias insolúveis e ao aumento de açúcares. Em mangas 'Kensington Pride' e 'Kent', Hofman et al. (2001) e Garcia Estrada et al. (2001), respectivamente, relataram a não influência do 1-MCP sobre essa característica, indicando 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), mamão (Jacomino et al., 2001) 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 e Lima et al., 2001). Frutos considerados não climatéricos, como o abacaxi, explicaria essa diferença entre frutos de comportamentos respiratórios distintos.

Os frutos apresentaram, no estágio “de vez” teores de 6,25%, 6,66% e 6,83% de sólidos solúveis, para os tratamentos controle, 100nL.L⁻¹ e 150nL.L⁻¹, respectivamente. Ao final de 35 dias de armazenamento, os três tratamentos apresentaram percentagem média de SS para 14,50%, 15,00% e 14,33%,

respectivamente. Isso significa um aumento médio de 232,00% para os frutos controle, 225,22% para o 100nL.L⁻¹ e 209,80% para o 150nL.L⁻¹ de 1-MCP.

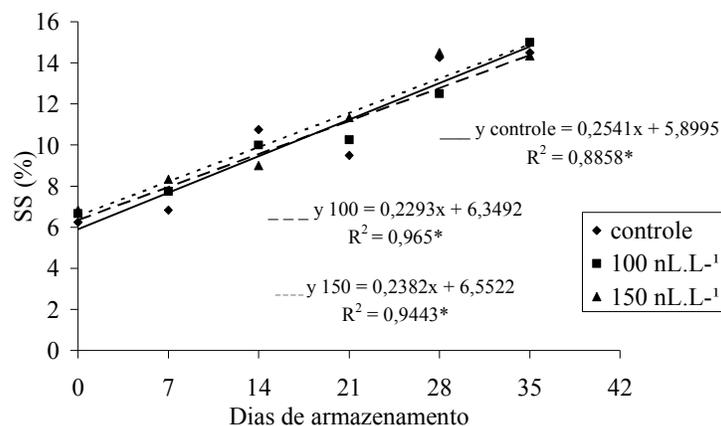


FIGURA 5 Curvas e equações de regressão de sólidos solúveis de mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$), por 35 dias. Lavras, MG, 2005.

Manica (2001), descrevendo as principais cultivares de manga no Brasil, relata que o teor de sólidos solúveis da manga 'Palmer' varia de 13,50% a 17,49% quando madura. Segundo Megale (2002), a cultivar Palmer, no estágio "de vez", apresentou 9,75°Brix e estágio maduro 10,8°Brix. Já Bleinroth (1985), estudando também a cultivar Palmer no estágio maduro, encontrou valor de 14,7°Brix. Gorgatti Netto (1994) cita que, entre 7° e 8 °Brix, as mangas estão com grau de maturação adequado para a colheita, o que é coerente com os dados aqui determinados.

No presente experimento, os frutos tratados com 1-MCP apresentaram menores aumentos nos SS em relação ao controle, durante o armazenamento, o que sugere diminuição no metabolismo dos frutos tratados com 1-MCP.

4.1.5 Acidez titulável e pH

A análise de variância mostrou efeito significativo para a interação dos fatores estudados sobre a acidez titulável e o pH (Tabela 2A).

O gráfico da Figura 6 representa os valores médios de acidez dos frutos submetidos aos diferentes tratamentos, ao longo do armazenamento. Observa-se que esses frutos não apresentaram uma regularidade no comportamento durante o período de armazenamento e, no final do mesmo, o tratamento da dose de 100nL.L⁻¹ apresentou maior acidez em relação aos outros dois.

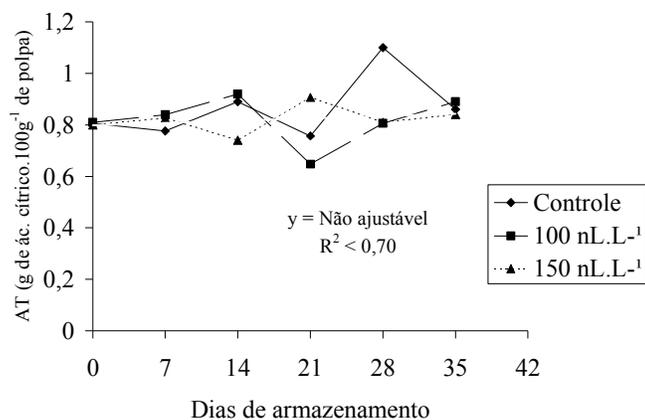


FIGURA 6 Teores médios de acidez titulável em mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$), por 35 dias. Lavras, MG, 2005.

Teores mais altos de acidez pelo uso do 1-MCP têm sido descritos para frutos climatéricos (Wills & Ku, 2002), como mangas (Cocozza, 2004), maçãs (Argenta et al., 2000; Krames et al., 2001) e graviolas (Lima et al., 2001).

Quanto ao pH, observa-se, no gráfico da Figura 7, que houve um aumento durante o armazenamento para todos os tratamentos, não tendo sido influenciado pelo 1-MCP. Para o tratamento controle, oscilando, o pH foi de 3,23 para 3,71; no tratamento 100nL.L⁻¹ de 3,23 a 3,70 e no tratamento 150nL.L⁻¹, foi de 3,25 a 3,70.

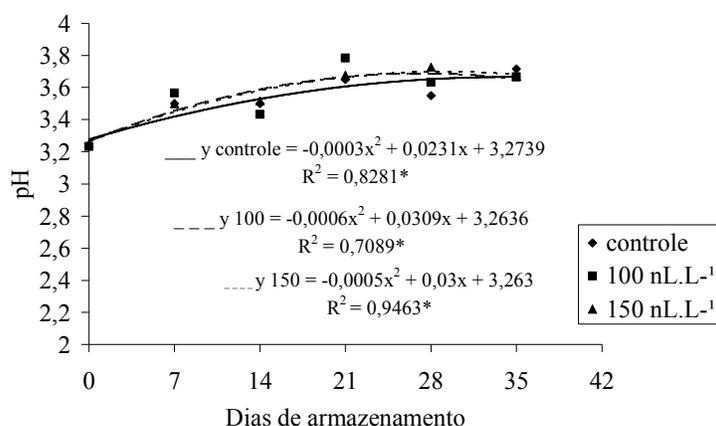


FIGURA 7 Curvas e equações de regressão de pH de mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada (10 ± 1°C), por 35 dias. Lavras, MG, 2005.

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 mangas (Moraes & Puschmann, 1991; Evangelista et al., 1996; Rocha et al.,

2001; Gowda & Huddar, 2001; Morais et al., 2002), inclusive, com a cultivar Palmer (Megale, 2002). No entanto, isto não ocorreu nos frutos deste experimento, em que houve pequeno aumento no pH, com a acidez permanecendo elevada, com pequenas oscilações durante o armazenamento.

4.1.6 Relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT)

Os dados relativos à análise de variância para esta variável encontra-se na Tabela 2A. A interação entre os fatores foi significativa para a relação entre sólidos solúveis e acidez titulável.

O gráfico da Figura 8 apresenta os valores médios da SS/AT dos frutos ao longo do armazenamento, submetidos aos diferentes tratamentos. Os tratamentos determinaram comportamento semelhante, com o aumento da relação SS/AT durante todo o período de armazenamento. Nos frutos controle, esta relação foi menor que nos tratados com 1-MCP, o que pode ser devido ao fato de o metabolismo desses frutos estar mais acelerado, ou seja, eles podem estar utilizando os açúcares na respiração.

A relação SS/AT é um dos índices mais utilizados para a determinação da maturação e da palatabilidade dos frutos. Chitarra & Chitarra (1990) 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 nos dois tratamentos, comparados ao controle, devido à tendência de maiores valores na relação SS/AT. Os valores observados durante o armazenamento para a relação SS/AT nos frutos controle variaram de 7,43 para 17,30; para os frutos submetidos às doses de 100nL.L⁻¹ e 150nL.L⁻¹ de 1-MCP, foram de 8,20 a 17,97 e 8,53 a 18,40, respectivamente.

Cocozza (2004) observou que não houve influência dos tratamentos de 1-MCP em mangas 'Tommy Atkins' para esta característica. Entretanto, com

banana, ocorreu comportamento contrário, tendo sido observados valores menores na relação SS/AT para os frutos tratados com 1-MCP (Sales, 2002).

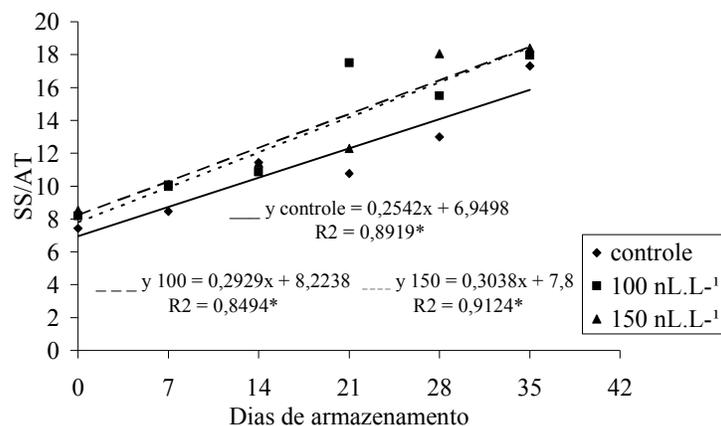


FIGURA 8 Curvas e equações de regressão da relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) de mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada (10 ± 1 °C), por 35 dias. Lavras, MG, 2005.

4.1.7 Pectina total, solúvel e percentagem de solubilização

A interação entre os fatores estudados mostrou-se significativa para todas essas variáveis (Tabela 3A).

O comportamento da pectina total dos frutos submetidos aos diferentes tratamentos, ao longo do armazenamento, encontra-se ilustrado nos dados do gráfico da Figura 9. Pelos resultados, a quantidade de pectina total para os frutos controle e os frutos tratados com 1-MCP na dose de 150nL.L^{-1} aumentou até os 14 dias de armazenamento e, em seguida, decresceu. Já para os frutos tratados

com 1-MCP na dose de 100nL.L^{-1} , o teor de pectina total aumentou durante todo o período de armazenamento.

Freire Júnior & Chitarra (1999) observaram que a quantidade de pectina total não foi alterada durante todo o período de armazenamento para a manga 'Tommy Atkins'.

Oliveira Júnior et al. (2004) sugerem que o aumento de pectina total pode estar relacionado à menor eficiência da metodologia de extração da pectina total quando o fruto está "de vez". Isso sugere que a pectina dentro da parede está em uma forma não acessível pela pectinase EC 3.2.1.15 e que a eficiência de extração talvez possa aumentar com o amadurecimento, já que a maioria dos polissacarídeos sofre hidrólise com o avanço do amadurecimento. Esta tendência de aumento nos teores de pectina total também pode ser devido à perda de massa.

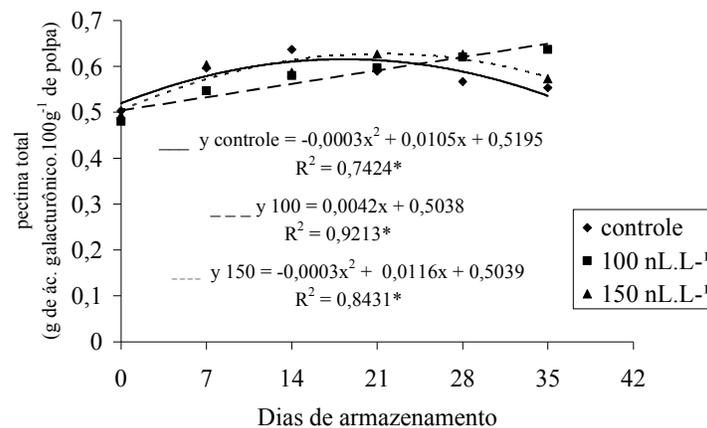


FIGURA 9 Curvas e equações de regressão de pectina total em mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$), por 35 dias. Lavras, MG, 2005.

Quanto à pectina solúvel, os frutos controle e os submetidos ao 1-MCP na dosagem de 150nL.L⁻¹ apresentaram uma tendência de aumento no início do armazenamento até aos 14 dias e 21 dias, respectivamente (Figura 10). Já os frutos tratados com 1-MCP na dose de 100 nL.L⁻¹ apresentaram um aumento linear até o final do armazenamento (0,125g de ác. galacturônico.100g⁻¹ de polpa).

Os frutos controle apresentaram maior teor de pectina solúvel em relação aos frutos tratados com 1-MCP nas duas concentrações utilizadas, sendo tanto menor quanto maior a dosagem utilizada, caracterizando menor degradação de pectina nos frutos tratados com 1-MCP.

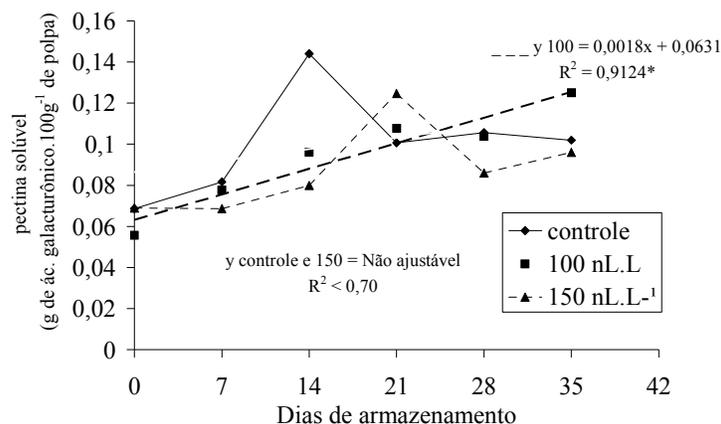


FIGURA 10 Curva e equação de regressão de pectina solúvel em mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada (10 ± 1°C), por 35 dias. Lavras, MG, 2005.

Os valores de pectina solúvel observados ao longo do amadurecimento de mangas 'Haden' e 'Keitt' aumentaram e os de protopectina reduziram, o que reforça o importante papel que as substâncias pécticas desempenham no processo do amaciamento da polpa da manga durante o amadurecimento (Roe & Bruemer, 1981; Cavalca et al., 1994).

A percentagem de solubilização de pectinas nos frutos controle e os tratados com 150nL.L⁻¹ de 1-MCP aumentou até aos 14 dias e 21 dias, respectivamente (Figura 11), como ocorreu com a pectina solúvel (Figura 10). Já para os tratados com 1-MCP na dose de 100nL.L⁻¹ o aumento foi contínuo até o final do armazenamento, tanto na percentagem de pectinas quanto no teor de pectina solúvel.

O tratamento de 150nL.L⁻¹ foi o que apresentou menor solubilização de pectina no final do armazenamento.

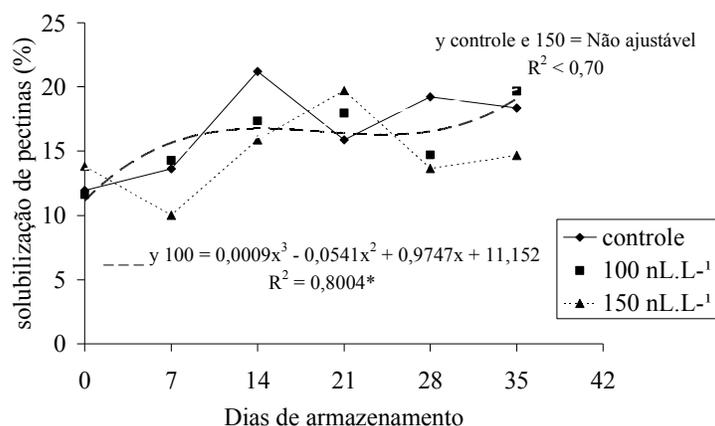


FIGURA 11 Curvas e equações de regressão de solubilização de pectinas (%) em mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada (10 ± 1°C), por 35 dias. Lavras, MG, 2005.

4.1.8 Açúcares solúveis totais (AST), açúcares redutores (AR) e açúcares não redutores (ANR)

A análise de variância mostrou efeito significativo para a interação entre os fatores estudados sobre os valores de açúcares solúveis totais, açúcares redutores e açúcares não-redutores (Tabela 3A).

Durante o período de armazenamento, notou-se aumento nos teores de açúcares totais até o final do armazenamento para os três tratamentos (Figura 12). Os frutos controle e os frutos tratados com 1-MCP, na dose de 100nL.L⁻¹, apresentaram a menor percentagem de açúcares solúveis totais no final de armazenamento (9,91% e 9,78%), enquanto os frutos do tratamento com 1-MCP na dose de 150nL.L⁻¹ a maior percentagem (10,20%). O acúmulo de açúcares solúveis totais foi verificado em mangas 'Amrapali' (Singh et al., 1998) e mangas 'Tommy Atkins' (Cocozza, 2004; Evangelista, 1999; Moraes et al., 2002; De Sousa et al., 2002), independente dos tratamentos.

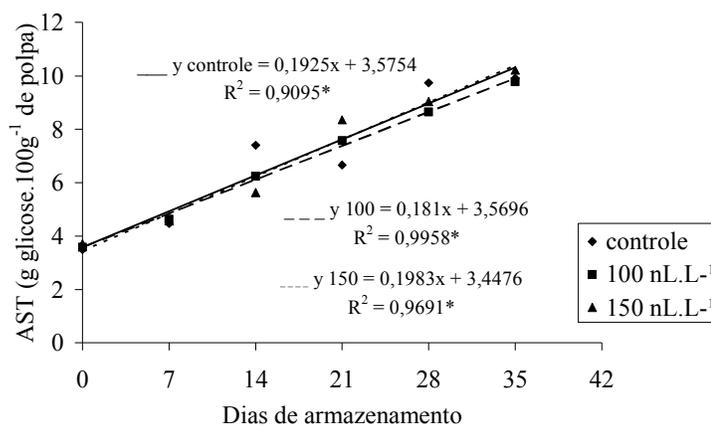


FIGURA 12 Curvas e equações de regressão de açúcares solúveis totais (AST) em mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada (10 ± 1°C), por 35 dias. Lavras, MG, 2005.

Bernades Silva et al. (2003) avaliaram a evolução de açúcares solúveis durante o desenvolvimento e amadurecimento de mangas e notaram que as cultivares Tommy Atkins e Haden foram as que acumularam mais açúcares solúveis, cerca de 12%. As cultivares Van Dyke e Palmer foram as que menos acumularam, cerca de 7,30 % e 9,79%, respectivamente.

Os sólidos solúveis e açúcares solúveis totais acumularam-se ao longo do armazenamento, como provável causa da hidrólise do amido (Vasquez-Salinas & Lakshminarayana, 1985; Selvaraj et al., 1989; Castrillo et al., 1992; Rocha et al., 2001).

No gráfico da Figura 13, observa-se o comportamento dos açúcares redutores dos frutos submetidos aos diferentes tratamentos, ao longo do armazenamento. Nota-se, pelos resultados, que a quantidade de açúcares redutores elevou ao longo do armazenamento, independente de tratamentos. A elevação na quantidade de açúcares redutores (glicose) na polpa dos frutos controle foi de 2,75% para 5,39%, na polpa dos frutos tratados com 100 nL.L⁻¹ foi de 2,84% para 4,72% e nos tratados com 150 nL.L⁻¹, de 2,78% para 4,73%.

Esta menor elevação de açúcares redutores no final do armazenamento para os frutos tratados com 1-MCP indica ter havido menor hidrólise de amido e açúcares não-redutores nesses frutos.

Wills et al. (1998) relataram que um aumento nos teores de açúcares redutores durante o amadurecimento de frutos pode ser devido à perda de água e hidrólise de polissacarídeos, hemicelulose e substâncias pécticas da parede celular.

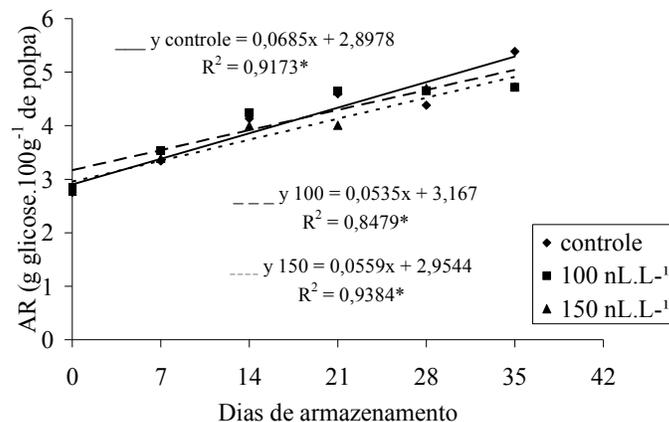


FIGURA 13 Curvas e equações de regressão de açúcares redutores (AR) em mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$), por 35 dias. Lavras, MG, 2005.

Quanto aos açúcares não redutores (sacarose), observou-se aumento nos frutos com avanço da maturação para os três tratamentos (Figura 14). A variação foi de 0,66% a 4,47% para os frutos controle, de 0,75% a 5,13% para os frutos tratados com 1-MCP na dose de 100nL.L^{-1} e de 0,91% a 5,46% para os frutos tratados com 1-MCP na dose de 150nL.L^{-1} . Evangelista (1999) observou, em mangas 'Tommy Atkins', aumento nos teores de sacarose de 1,57% para 6,59% e Castrilho et al. (1992) também observaram aumento em mangas 'Haden'.

Segundo Bernades Silva et al. (2003), os teores de sacarose na manga madura foram de 4,92% para a cultivar Van Dyke, 6,41% para a cultivar Palmer, 8,80% para a cultivar Haden e 9,0% para a cultivar Tommy Atkins. Depois da colheita até o completo amadurecimento da fruta, a sacarose predominou em todas as cultivares.

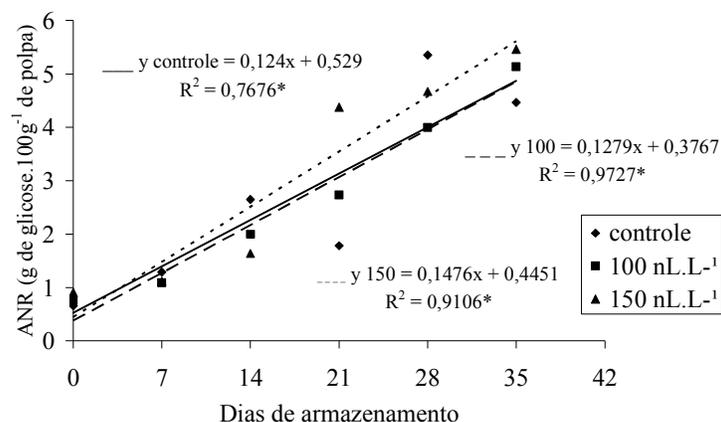


FIGURA 14 Curvas e equações de regressão de açúcares não-redutores (ANR) em mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$), por 35 dias. Lavras, MG, 2005.

Rocha et al. (2001) observaram, em manga 'Tommy Atkins', que o aumento nos teores de açúcares totais, açúcares redutores, não redutores e sólidos solúveis durante a maturação está de acordo com a redução concomitante do conteúdo de amido nos frutos ao longo da maturação, demonstrando crescente conversão de amido em açúcares simples. O mesmo comportamento foi observado para as cultivares Rosa, Coité, Jasmim, Espada e Itamaracá, por Maia et al. (1986). Tal fato pôde ser verificado no presente estudo, no qual os resultados obtidos para sólidos solúveis concordam com os resultados obtidos para os açúcares totais, açúcares redutores e não redutores. Nota-se também que o 1-MCP, nas concentrações utilizadas, não interferiu no processo metabólico normal de amadurecimento do fruto no que diz respeito a essas variáveis, pois houve enriquecimento no teor de açúcares na polpa madura.

4.1.9 Vitamina C

Os dados está da análise de variância para a vitamina C constam na Tabela 3A. Observa-se efeito significativo da interação entre os fatores sobre os valores de vitamina C.

Sob efeito de 1-MCP na dose de 100nL.L⁻¹, os teores de vitamina C apresentaram-se maiores em relação ao controle e à dose de 150nL.L⁻¹, até os 35 dias de armazenamento refrigerado. Esta variação foi de 58,93 a 63,95mg de ác. ascórbico.100g⁻¹ de polpa para os frutos controle, de 62,70 a 74,82mg de ác. ascórbico.100g⁻¹ de polpa para os frutos tratados com 1-MCP na dose de 100nL.L⁻¹ e de 59,35 a 63,95mg de ác. ascórbico.100g⁻¹ de polpa para os frutos tratados com 1-MCP na dose de 150nL.L⁻¹ (Figura 15).

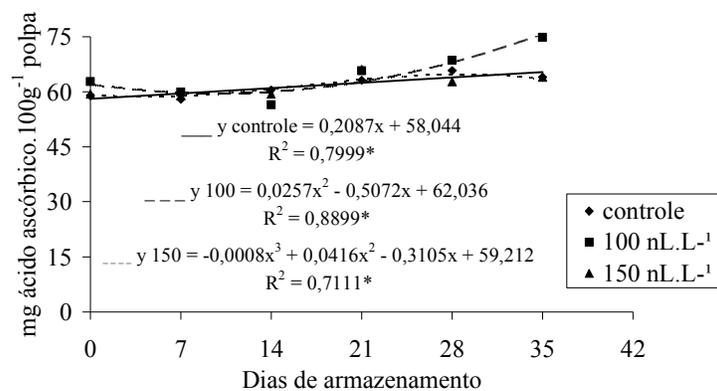


FIGURA 15 Curvas e equações de regressão de teor de ácido ascórbico em mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada (10 ± 1°C), por 35 dias. Lavras, MG, 2005.

A glicose e a 1 galactona-1,4-lactona são os principais precursores na síntese de ácido ascórbico. Acredita-se que a formação de altos níveis destes precursores, indicada pelos sólidos solúveis, possa iniciar o acúmulo de ácido ascórbico em alguns frutos.

Cocozza (2004), avaliando mangas '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 ($38,32\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ polpa), com destaque para a dose de $100\text{nL}\cdot\text{L}^{-1}$. O mesmo acontecendo no presente experimento. O mesmo autor também supôs que o fato do 1-MCP ter reduzido a produção de CO_2 pode sinalizar um maior acúmulo de glicose utilizada na respiração do fruto, favorecendo a síntese do ácido ascórbico, conforme sugeriu Evangelista (1999), quando tratou mangas da mesma cultivar com cloreto de cálcio na pré-colheita.

Conforme Botrel (1994), em mangas, há variações quanto ao teor de vitamina C, desde 5 a $178\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de polpa. O solo, o clima, o regime pluvial, o grau de maturação e a temperatura de armazenamento influenciam na composição vitamínica dos frutos (Fonseca et al., 1969).

Os teores de vitamina C obtidos no presente trabalho são superiores aos encontrados por Evangelista et al. (1996) com valores de 18,56 para $10,18\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ a 10°C , por Yamashita et al. (2001) com valores de 14,45 a $27,10\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ em frutos armazenados a 12°C e por De Sousa et al. (2002), com valores de 61,43 a $36,99\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ a 11°C . Os mesmos autores verificaram que o teor de vitamina C diminuiu com o armazenamento e todos estudaram a cultivar Tommy Atkins.

4.1.10 Pectinametilesterase (PME), poligalacturonase (PG) e β -D-galactosidase

O resumo da análise de variância (ANAVA) encontra-se na Tabela 3A.

A solubilização de substâncias pécicas implica no envolvimento das enzimas pectinametilesterase e poligalacturonase nos processos de degradação da pectina (Ahmed & Labavitch, 1980). Segundo Fennema (1993), essas enzimas são geralmente encontradas em frutos tropicais e suas atividades são sempre maiores durante a fase de maturação.

No gráfico da Figura 16, está ilustrado o comportamento da atividade da enzima pectinametilesterase (PME) nos frutos submetidos aos diferentes tratamentos, ao longo do armazenamento. Os valores observados, durante o armazenamento, para a atividade da PME nos frutos controle foram de 480 para 240 $\text{nmol}\cdot\text{min}\cdot\text{g}^{-1}$; para os frutos submetidos às doses de $100\text{nL}\cdot\text{L}^{-1}$ e $150\text{nL}\cdot\text{L}^{-1}$ de 1-MCP foram de 360 a $480\text{nmol}\cdot\text{min}\cdot\text{g}^{-1}$ e 240 a $720\text{nmol}\cdot\text{min}\cdot\text{g}^{-1}$, respectivamente.

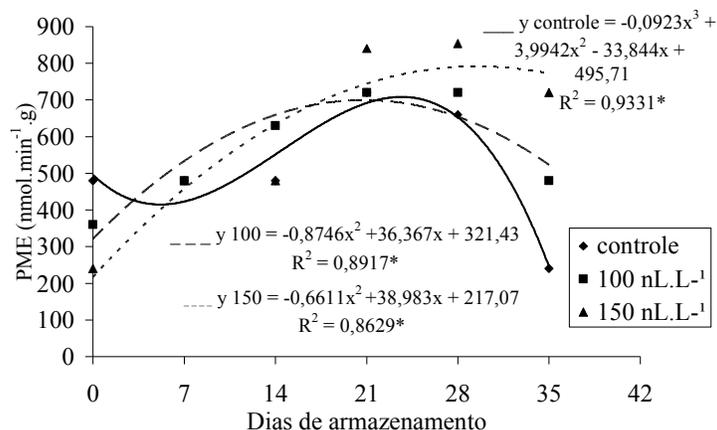


FIGURA 16 Curvas e equações de regressão de atividade da PME em mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$), por 35 dias. Lavras, MG, 2005.

Observa-se, no gráfico da Figura 16, que o 1-MCP retardou a atividade da PME, pois, no dia zero, a atividade desta enzima era muito menor que nos frutos controle. Posteriormente, a atividade da PME aumentou para todos os tratamentos, tendo, ao 7º dia de armazenamento, para os três tratamentos, sido igual; permaneceu constante até os 14 dias para os frutos controle ($480\text{nmol}\cdot\text{min}\cdot\text{g}^{-1}$) e, aos 28 dias, a atividade da PME decresceu em todos os tratamentos. Os frutos tratados com 1-MCP na dose de $150\text{nL}\cdot\text{L}^{-1}$ apresentaram maior atividade após os 21 dias armazenamento ($840\text{-}720\text{nmol}\cdot\text{min}\cdot\text{g}^{-1}$), o que significa que, até no final do armazenamento, ainda havia maior teor de pectina metilada nesse tratamento.

A atividade da poligalacturonase (PG) e β -D-galactosidase não foi detectada em nenhum dos tratamentos durante o armazenamento.

Ali et al. (1995) e Evangelista (2000) observaram atividade da enzima β -D-galactosidase e notaram que a sua atividade aumenta à medida que o fruto torna-se maduro.

A não atividade da enzima PG e β -galactosidase nas mangas estudadas não impediu o amaciamento dos frutos durante o armazenamento, o que se pode notar pelos resultados da firmeza e solubilização das pectinas citados anteriormente. Provavelmente, outras enzimas degradativas responsáveis pelo amaciamento durante o armazenamento estão envolvidas.

4.1.11 Cor

4.1.11.1 Cor da casca na porção verde do fruto

A análise de variância apresentou efeito significativo para a interação entre os tratamentos sobre os valores L^* e b^* , efeito significativo apenas para o período de armazenamento sobre o valor a^* (Tabela 4A).

Observa-se, no gráfico da Figura 17, a evolução discreta do valor L^* dos frutos, diferindo significativamente ao longo do armazenamento, porém, sem

diferença significativa entre tratamentos. Observa-se que, no final do armazenamento, os frutos tratados com 100nL.L⁻¹ de 1-MCP apresentaram maior valor L* em relação aos outros tratamentos. No entanto, Coccozza (2004) verificou efeito do 1-MCP ao tratar as mangas 'Tommy Atkins' nas doses de 80 e 120nL.L⁻¹, constatado menor valor L* para estes frutos em relação à testemunha e aos frutos submetidos à dose de 40nL.L⁻¹.

Morais et al. (2002) verificaram comportamento semelhante em manga 'Tommy Atkins' armazenada a 13°C, observando aumento valor L*.

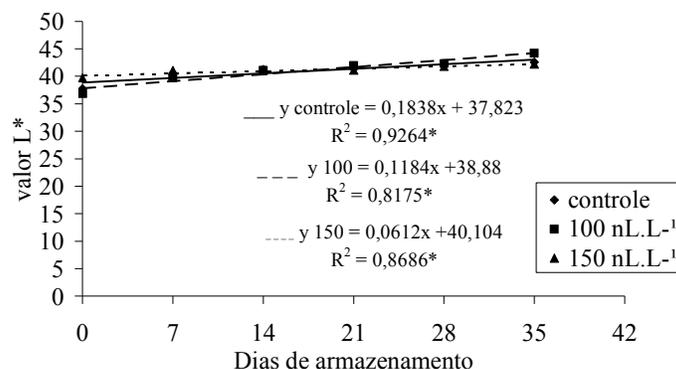


FIGURA 17 Curvas e equações de regressão do valor L* da casca em mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada (10 ± 1°C), por 35 dias. Lavras, MG, 2005.

Pelos gráficos das Figuras 18 e 19 nota-se a evolução nos valores de a* e b* ao longo do armazenamento na casca dos frutos, o que indica o seu desverdecimento e simultâneo amarelecimento. Isso porque o valor a* está

associado à intensidade da cor verde (valores negativos) e o valor b^* à intensidade da cor amarela (valores positivos). Valores menores de a^* e b^* indicam menor degradação da clorofila (pigmentos verdes) e síntese de carotenóides (pigmentos amarelos), responsáveis pela coloração característica de mangas, quando maduras (Kader, 1992).

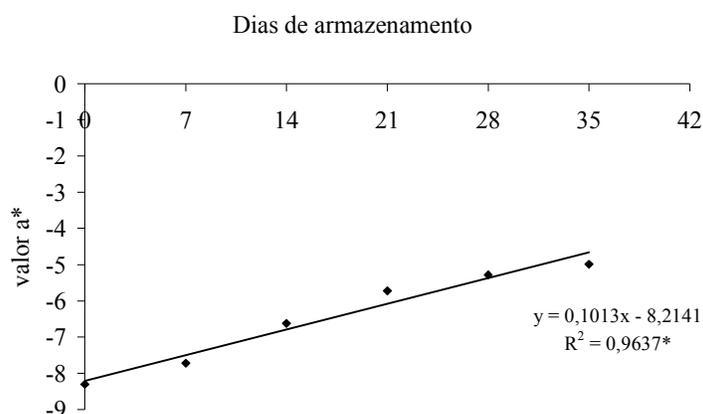


FIGURA 18 Curva e equação de regressão do valor a^* da casca em mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$), por 35 dias. Lavras, MG, 2005.

Os frutos controle apresentaram maiores valores de b^* em relação aos frutos tratados com 1-MCP, em todas as concentrações utilizadas, evidenciando a eficiência do produto em restringir o amarelecimento das casca, contribuindo dessa forma, para a manutenção da cor esverdeada (Figuras 22, 24 e 25). Provavelmente, a atividade da clorofilase neste experimento foi diminuída sob a influência do 1-MCP, resultando em frutos de coloração mais verde.

Segundo Cocozza (2004), o 1-MCP exerceu influência na retenção da cor verde de mangas 'Tommy Atkins' em relação aos frutos controle.

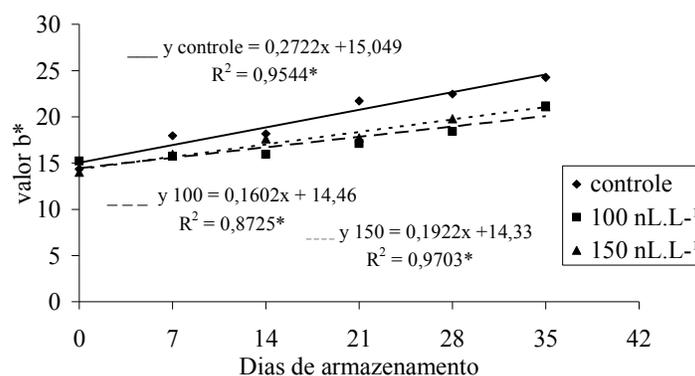


FIGURA 19 Curvas e equações de regressão do valor b* da casca em mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenada sob temperatura refrigerada (10 ± 1°C), por 35 dias. Lavras, MG, 2005.

4.1.11.2 Cor da casca na porção vermelha do fruto

A análise de variância apresentou efeito significativo apenas para o período de armazenamento sobre os valores de L*, a* e b* (Tabela 4A).

Os resultados relativos ao valor L* da casca ao longo do armazenamento, encontram-se no gráfico da Figura 19. Observa-se que ocorreram oscilações no valor L*, apresentando aumento no início do armazenamento e decréscimo no final. Moraes et al. (2002) verificaram, na porção vermelha do fruto, comportamento semelhante do valor L* na manga 'Tommy Atkins' armazenada a 13°C.

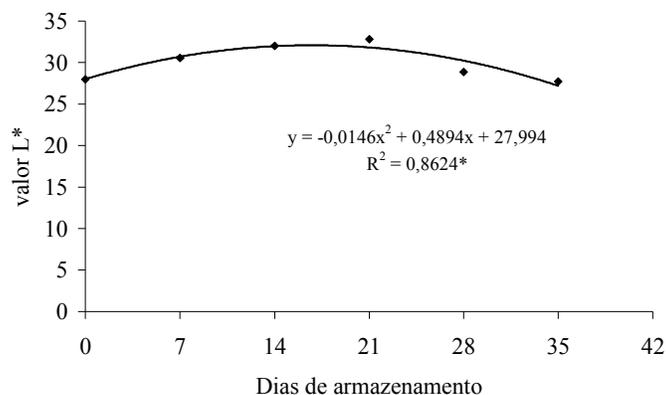


FIGURA 19 Curva e equação de regressão do valor L* da casca em mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$), por 35 dias. Lavras, MG, 2005.

Nos gráficos das Figuras 20 e 21, observa-se que houve aumento no valor a* e no valor b*, com o armazenamento das mangas.

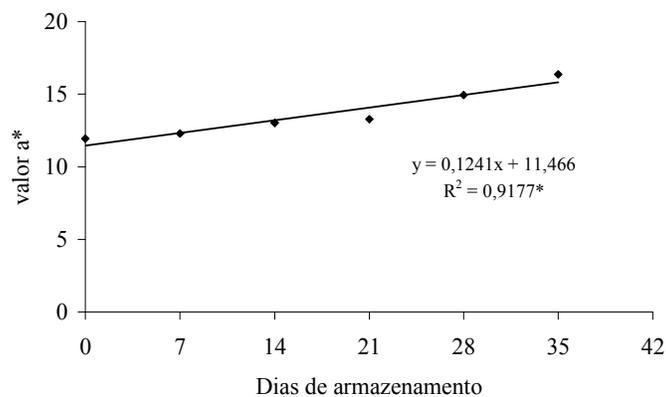


FIGURA 20 Curva e equação de regressão do valor a* da casca em mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$), por 35 dias. Lavras, MG, 2005.

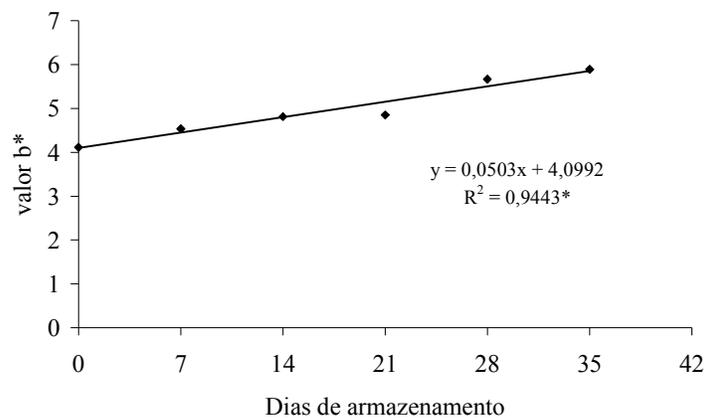


FIGURA 21 Curva e equação de regressão do valor b* da casca em mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$), por 35 dias. Lavras, MG, 2005.

Durante o armazenamento, a coloração das mangas foi alterada, passando do vermelho para o vermelho escuro (Figuras 22 e 23). Tais observações podem ser associadas às alterações nos valores a*, principalmente.



FIGURA 22 Aspectos da manga 'Palmer' no primeiro dia de avaliação. Lavras, MG, 2005.

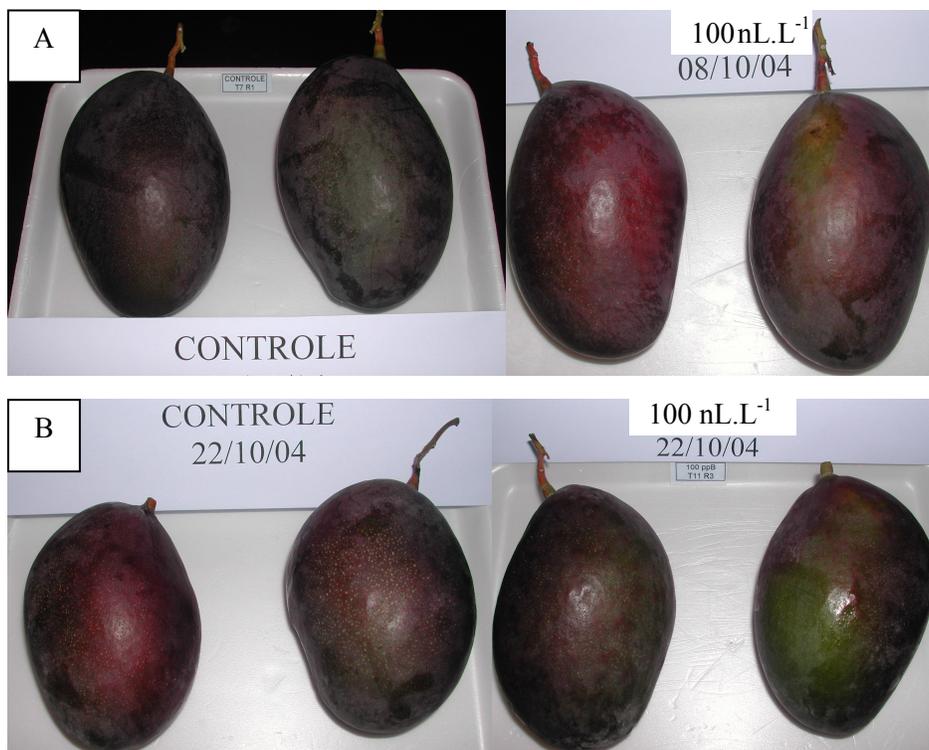


FIGURA 23 Aspectos de mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$) por 21 dias (A) e 35 dias (B). Lavras, MG, 2005.

A região vermelha da casca não sofreu influência do 1-MCP, sendo aumentada em função também do provável acúmulo de antocianinas. A intensidade máxima da coloração vermelha dos frutos influencia o consumidor no momento da compra.

Cocozza (2004) observou que doses crescentes de 1-MCP retardaram o acúmulo de antocianinas na superfície da casca, diferentemente do que ocorreu neste experimento.

4.1.11.3 Cor da polpa

O resumo da ANAVA para esta variável encontra-se na Tabela 4A.

A coloração da polpa evoluiu de próximo à branca (Figura 24) para uma tonalidade amarela (Figura 25). A cor da polpa sofreu influência do 1-MCP, retardando, mas não impedindo a síntese de carotenóides (pigmentos amarelos), refletindo no desenvolvimento da cor amarelo alaranjado em menor intensidade em relação aos frutos controle (Figura 25).

O valor L^* teve mesmo comportamento para todos os tratamentos (Figura 26), em decorrência da evolução da coloração com o aumento dos valores a^* e b^* . O comportamento de aumento do valor L^* discorda do que relataram Valente et al. (2000), quando armazenaram mangas 'Keitt' a 13°C e 90% UR por 26 dias e de Zambrano et al. (2000), quando armazenaram diferentes variedades de manga sob refrigeração.

O valor L^* foi maior nos frutos tratados com 100 nL.L⁻¹ de 1-MCP até os 21 dias de armazenamento; a partir daí foi semelhante aos outros dois tratamentos (Figura 26).



FIGURA 24 Aspectos da polpa de mangas 'Palmer' no primeiro dia de avaliação.
Lavras, MG, 2005.



FIGURA 25 Aspectos da polpa de mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$) por 35 dias. Lavras, MG, 2005.

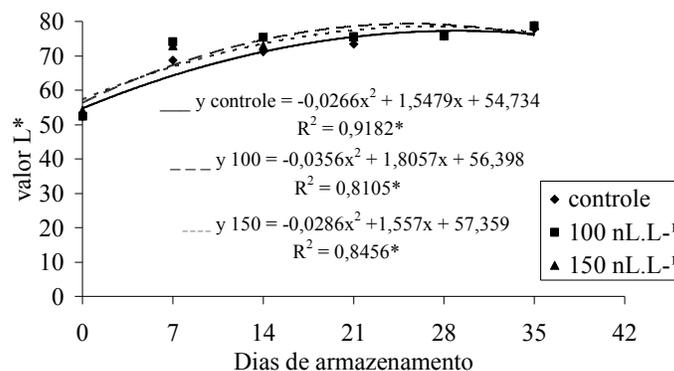


FIGURA 26 Curvas e equações de regressão do valor L* da polpa em mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$), por 35 dias. Lavras, MG, 2005.

Os valores de a^* estão representados no gráfico da Figura 27. Os três tratamentos tiveram o mesmo comportamento. Observa-se, na mesma Figura, que nos frutos tratados com 1-MCP a evolução do valor a^* foi mais lenta que nos frutos controle, durante o armazenamento.

Os valores b^* (Figura 28), apresentaram o mesmo comportamento dos valores a^* . Houve um aumento da cor amarela com o avanço da maturação para os três tratamentos, tendo esta variação sido maior para os frutos controle (40,08 a 53,78), de 38,40 a 47,39 para os frutos tratados com 1-MCP na dose de 100nL.L^{-1} e de 41,86 a 46,38 para os frutos tratados com 1-MCP na dose de 150nL.L^{-1} .

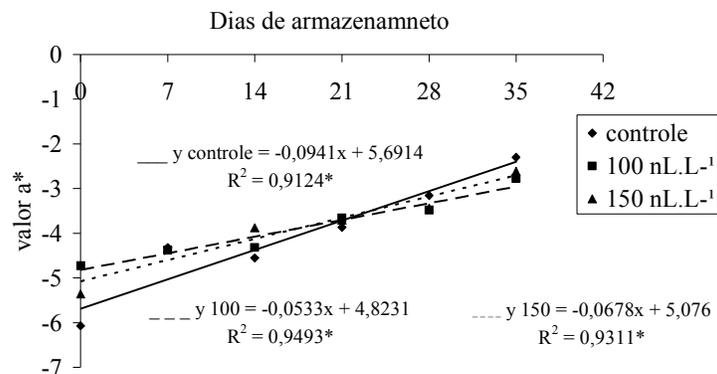


FIGURA 27 Curvas e equações de regressão do valor a^* da polpa em mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$), por 35 dias. Lavras, MG, 2005.

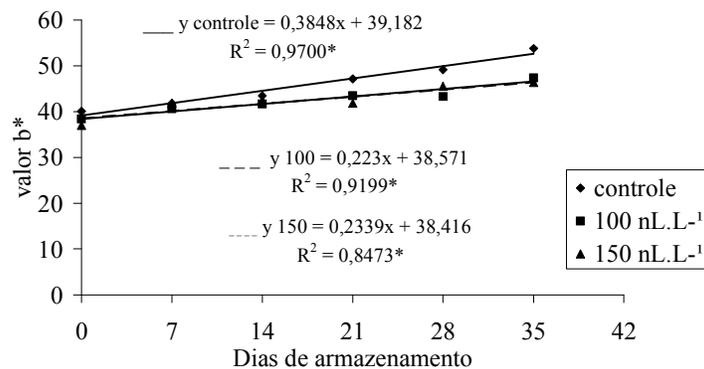


FIGURA 28 Curvas e equações de regressão do valor b^* da polpa em mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$), por 35 dias. Lavras, MG, 2005.

4.2 Experimento II - Mangas 'Palmer' submetidas à aplicação de 1-MCP e armazenadas sob refrigeração e temperatura ambiente por 4 dias

4.2.1 Massa e dimensões

No gráfico da figura 29 estão representados os valores médios e os resultados estatísticos referentes às determinações de massa e dimensões das mangas. Para as duas variáveis, não houve diferença estatística e os coeficientes de variações baixos indicam uniformidade dos frutos utilizados neste experimento (Tabela 5A).

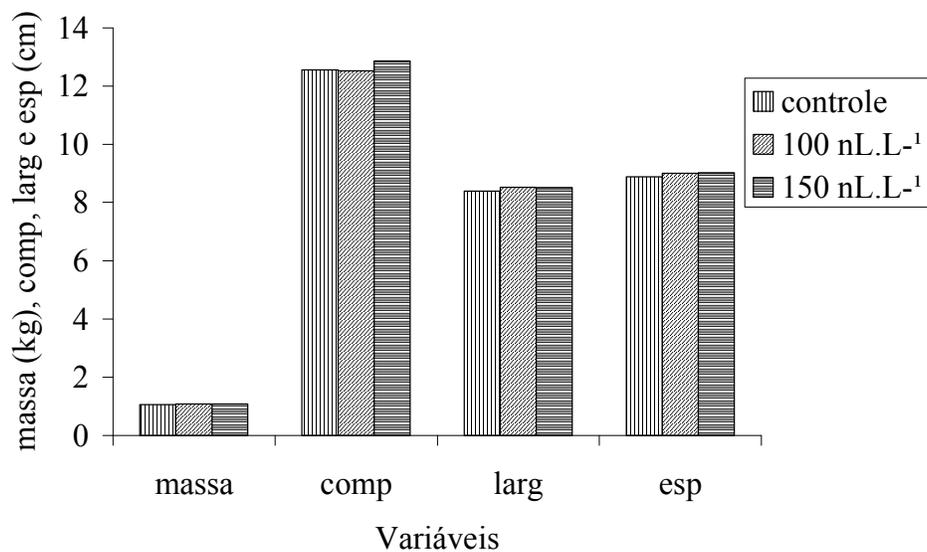


FIGURA 29 Valores médios da massa (kg), comprimento (comp), largura (larg) e espessura (esp) de mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP após 12 horas de aplicação dos tratamentos. Lavras, MG, 2005.

Os valores médios referentes à massa dos frutos variaram entre 530 e 540 gramas, comprimento de 125,2 e 128,6mm, largura de 83,9 e 85,2mm e espessura de 88,8 e 90,2mm.

4.2.2 Perda de massa

Verificaram-se efeitos significativos apenas do período de armazenamento sobre a perda de massa (Tabela 6A). Observou-se aumento significativo da perda de massa dos frutos ao longo do armazenamento, de 0,00% para 16,55% (Figura 30). Assim, o 1-MCP não foi efetivo na contenção de perda de massa, havendo amadurecimento e perda de água no decorrer do armazenamento e maturação dos frutos.

A perda de água de produtos armazenados não só resulta em perda de massa, mas também em perda de qualidade, principalmente pelas alterações na firmeza e aparência. Alguma perda de água pode ser tolerada, mas aquelas responsáveis pelo murchamento ou enrugamento devem ser evitadas. Segundo Chitarra & Chitarra (1990), perdas da ordem de 3% a 6% são suficientes para causar um marcante declínio de qualidade, porém, alguns produtos são ainda comercializáveis com 10% de perda de umidade. Portanto, a aparência externa dos frutos deste experimento foi comprometida, devido à perda de água que foi suficiente para causar murchamento no final dos 4 dias de permanência à temperatura ambiente.

Após o armazenamento refrigerado por 14 dias e permanência a temperatura ambiente por 4 dias, o efeito da perda de massa comprometeu a aparência (murchamento) dos frutos controle, ao passo que, os frutos tratados com 1-MCP, esse comprometimento foi aos 21 dias sob refrigeração e 4 dias a temperatura ambiente. Desta forma, o 1-MCP, demonstra que foi capaz de aumentar a vida útil pós-colheita das mangas por mais 7 dias.

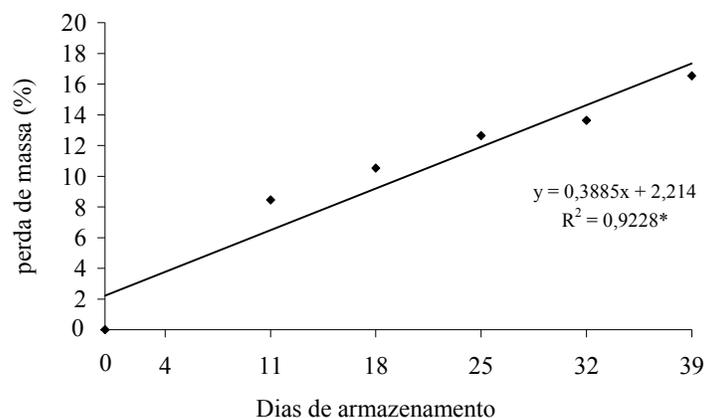


FIGURA 30 Curva e equação de regressão de perda de massa de mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$) e temperatura ambiente por 4 dias. Lavras, MG, 2005.

Segundo Jerônimo & Kaneshiro (2000) e Megale (2002), a perda de massa nessa variedade de manga armazenada sob temperatura ambiente é variável em decorrência das condições experimentais utilizadas. Em estudos de perda de massa em diversas variedades de mangas, os autores atribuíram ser a transpiração a responsável pela perda de água pelo tecido da casca (Gowda & Huddar, 2001; Yamashita et al., 1997).

Cocozza (2004), avaliando manga 'Tommy Atkins' após aplicação pós-colheita de 1-MCP sob temperatura ambiente nas doses 30, 120 e 240nL.L^{-1} observou que o 1-MCP reduziu a perda média de massa em todas as doses (5,61%; 5,72%; e 5,95%), sendo significativamente menor em relação ao controle (6,63%) e, após 14 dias, as mangas apresentavam 11,89% de perda de massa.

Alves et al.(2004) avaliaram o amadurecimento de manga 'Tommy Atkins' após aplicação pós-colheita de 1-MCP, colhidas 89 dias após a floração plena e armazenadas à temperatura ambiente ($27,5 \pm 1,2^{\circ}\text{C}$). Estes autores observaram que as doses 30 e 120nL.L^{-1} de 1-MCP reduziram a perda de massa em 5,61% e 5,72%, enquanto o controle apresentou 6,63%.

Pfaffenbach et al. (2003) avaliaram mangas da cultivar IAC 103 Espada Vermelha, armazenadas por 21 dias a 12°C e transferidas para a temperatura ambiente por 4 dias e notaram a maior perda de massa de 6,63%.

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 amolecimento dos tecidos, tornando os frutos mais susceptíveis às deteriorações, bem como a alterações na cor e sabor.

4.2.3 Firmeza

Análise de variância apresentou efeito significativo para a interação entre os dois fatores estudados sobre a firmeza (Tabela 6A).

O gráfico da Figura 31 demonstra o comportamento da firmeza dos frutos submetidos aos diferentes tratamentos, ao longo do armazenamento. Os frutos apresentaram, inicialmente (tempo 0), valores correspondentes a 142,55, 140,65 e 158,28 newtons e, no final do armazenamento (35 + 4 dias), apresentaram uma resistência de 10,67, 11,81 e 11,62 newtons, respectivamente, nos tratamentos controle, 100nL.L^{-1} e 150nL.L^{-1} . Observa-se que, ao final do armazenamento, houve diminuição acentuada na resistência dos frutos, independentemente do tratamento utilizado. Os frutos tratados com 150nL.L^{-1} apresentavam maior resistência até, aproximadamente, 11 dias de

armazenamento, mostrando que o 1-MCP nesta dose foi melhor que os outros tratamentos.

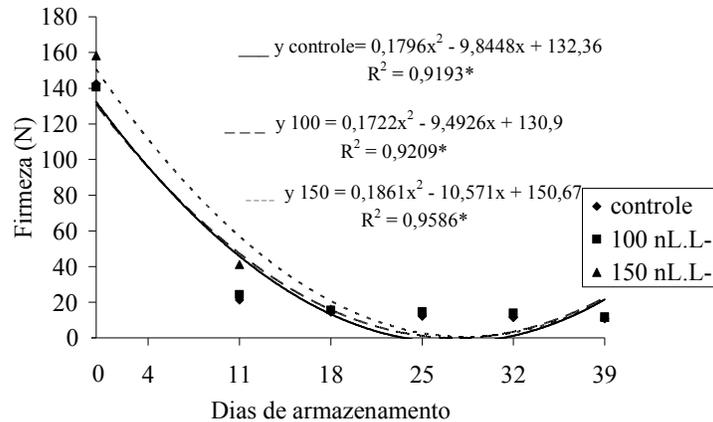


FIGURA 31 Curvas e equações de regressão de firmeza de mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$) e temperatura ambiente por 4 dias. Lavras, MG, 2005.

A maior firmeza dos frutos tratados com 150nL.L^{-1} de 1-MCP até aos 11 dias está, provavelmente, associada à redução da atividade das enzimas pectinolíticas induzida pela menor ação do etileno.

Megale (2002) avaliou a influência do estágio de maturação de mangas 'Palmer'. Os resultados médios obtidos para a firmeza foram de 111,03N no estágio "de vez" e 5,02N quando a manga estava madura. Isso demonstrando, de forma significativa, a diminuição da firmeza da manga à medida que amadurece, atributo da grande importância para a aceitação sensorial.

Pfaffenbach et al. (2003) notaram redução de firmeza nos frutos armazenados por 21 dias a 12°C e permanência em temperatura ambiente por 4 dias, na cultivar IAC 103 Espada vermelha.

4.2.4 Sólidos solúveis

A análise de variância apresentou efeito significativo para a interação entre os dois fatores estudados sobre o teor de sólidos solúveis (Tabela 6A).

Observou-se, aumento no teor de sólidos solúveis dos frutos, ao longo do armazenamento, a despeito do tratamento utilizado (Figura 32). O tratamento com 150nL.L⁻¹ de 1-MCP foi o que determinou menor teor de sólidos solúveis no final do armazenamento, sugerindo que o metabolismo dos frutos deste tratamento estava mais lento em relação aos outros dois. Em mangas 'Kensington Pride', 'Kent' e 'Tommy Atkins', Hofman et al. (2001), Garcia Estrada et al. (2001) e Cocozza (2004), respectivamente, relataram que 1-MCP não teve efeito significativo em retardar o acúmulo dessa variável. Isso indica que o aumento do teor de sólidos solúveis, não é influenciado pelo seu antagonista, ou seja, o etileno. O mesmo não ocorreu no presente experimento.

Os frutos apresentaram, no estágio “de vez”, teores de 6,25%, 6,66% e 6,83% de sólidos solúveis, para os tratamentos controle, 100nL.L⁻¹ e 150nL.L⁻¹, respectivamente. Ao final dos 35 dias de armazenamento, os frutos sob os três tratamentos apresentaram aumento na percentagem média de SS para 16,27%, 15,77% e 14,77%.

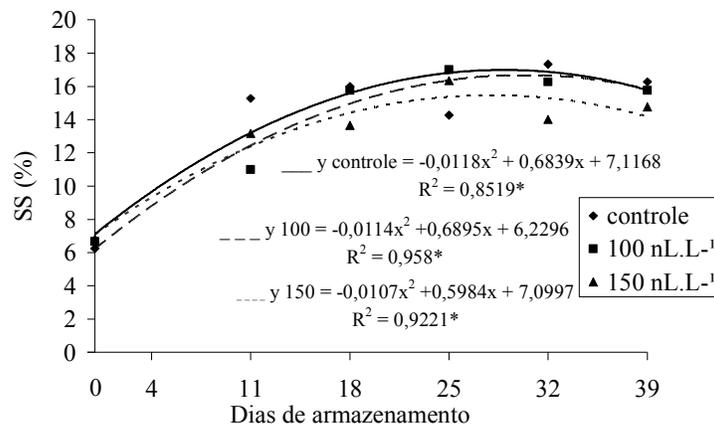


FIGURA 32 Curvas e equações de regressão de sólidos solúveis de mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$) e temperatura ambiente por 4 dias. Lavras, MG, 2005.

4.2.5 Acidez titulável e pH

A análise de variância mostrou efeito significativo para a interação entre os fatores estudados sobre a acidez titulável e o pH (Tabela 6A).

O gráfico da Figura 33 apresenta o comportamento de acidez dos frutos submetidos aos diferentes tratamentos, ao longo do armazenamento. Observa-se que os frutos submetidos aos três tratamentos sofreram redução da acidez titulável (AT), ao longo do armazenamento. Inicialmente, a acidez, em todos os tratamentos, era de 0,81%. Ao final, este valor foi reduzido a 0,36%, 0,53% e 0,40%, para os tratamentos controle, 100nL.L⁻¹ e 150nL.L⁻¹, respectivamente.

Os frutos que não receberam 1-MCP tiveram menor percentagem de ácido cítrico. Teores mais altos de acidez pelo uso do 1-MCP têm sido descritos

para frutos climatéricos (Wills & Ku, 2002), mangas (Cocozza, 2004), maçãs (Argenta et al., 2000; Krames et al., 2001) e graviolas (Lima et al., 2001).

Para mangas ‘Kent’ tratadas com diferentes doses de 1-MCP armazenadas sob temperatura ambiente, Garcia Estrada et al. (2001), verificaram que as doses de 125 e 250nL.L⁻¹ foram mais eficazes na manutenção de teores mais elevados de acidez.

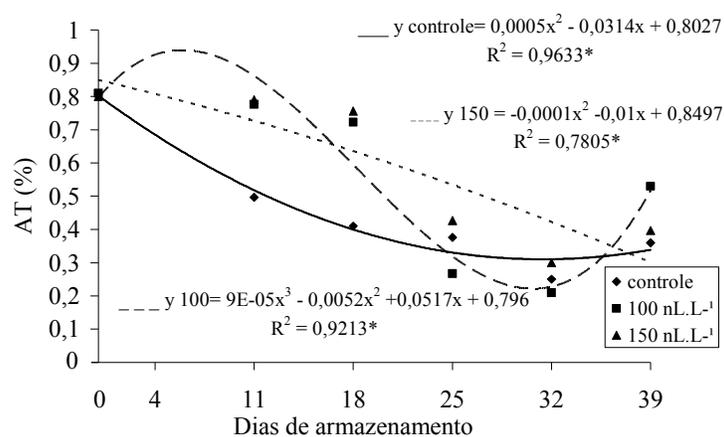


FIGURA 33 Curvas e equações de regressão de acidez titulável (AT) em mangas ‘Palmer’ submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^{\circ}\text{C}$), e temperatura ambiente por 4 dias. Lavras, MG, 2005.

Quanto ao pH, observa-se, no gráfico da Figura 34, que houve um aumento durante o armazenamento e redução no final para todos os tratamentos. O tratamento de 150nL.L⁻¹ de 1-MCP foi o que promoveu menor pH durante o armazenamento. Os valores de pH do tratamento controle foram de 3,23 para

4,33; do tratamento de 100nL.L⁻¹ de 3,23 a 4,30 e do tratamento de 150 nL.L⁻¹, foi 3,25 a 4,20, o que está de acordo com o comportamento da AT .

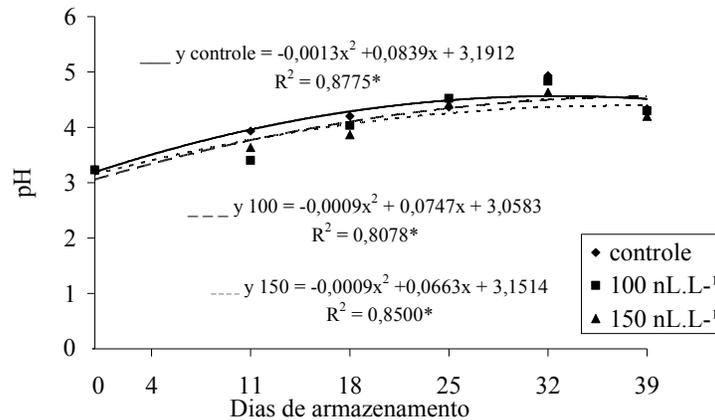


FIGURA 34 Curvas e equações de regressão de pH de mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$) e temperatura ambiente por 4 dias. Lavras, MG, 2005.

Durante o amadurecimento de frutos, nota-se um aumento no pH e decréscimo na acidez (Medlicott et al., 1986). Tendência similar foi observada em frutos de manga (Moraes & Puschmann, 1991; Evangelista et al., 1996; Rocha et al., 2001; Gowda & Huddar, 2001; Morais et al., 2002), inclusive com a cultivar Palmer (Megale, 2002). O mesmo ocorreu com os frutos deste experimento, em que houve pequeno aumento no pH e a acidez diminuiu durante o armazenamento.

4.2.6 Relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT)

Na Tabela 6A constam os dados da ANAVA para a relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT).

Os valores observados durante o armazenamento para a relação SS/AT nos frutos controle foram de 7,43 para 44,90; para os frutos submetidos às doses de 100nL.L⁻¹ e 150nL.L⁻¹ de 1-MCP, foram de 8,20 a 24,67 e 8,53 a 30,33, respectivamente.

Apresentam-se, no gráfico da Figura 35, os valores médios da SS/AT dos frutos ao longo do armazenamento, submetidos aos diferentes tratamentos. O aumento no teor de sólidos solúveis totais e a redução no teor de acidez titulável elevaram a relação SST/ATT, ao longo do tempo de armazenamento, proporcionando um sabor adocicado aos frutos, se o teor de sólidos (açúcares) aumentar em proporções bem maiores que a da acidez durante o amadurecimento. Esse comportamento é semelhante ao descrito por Jerônimo & Kaneshiro (2000), Ramos (1994) e Medlicott (1986), para mangas 'Tommy Atkins'.

A relação SS/AT é um dos índices mais utilizados para determinar-se a maturação e a palatabilidade dos frutos. Chitarra & Chitarra (1990) estabelecem que essa relação é indicativa do sabor, que se acentua a medida que ocorre o amadurecimento conforme verificados por Wickman & Mohammed (1999); Medlicott et al. (1986); Souza (1984) em mangas.

O aumento acentuado dessa relação nos frutos controle no início do armazenamento indica metabolismo mais acelerado quando comparado aos outros dois tratamentos, que também apresentaram aumento, menos acentuado, durante o armazenamento. O metabolismo dos frutos tratados com 1-MCP foi mais lento, devido à inibição da ação do etileno.

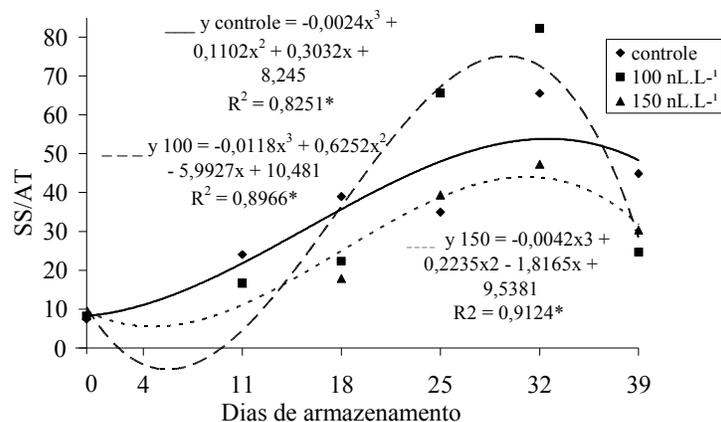


FIGURA 35 Curvas e equações de regressão da relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) de mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$) e temperatura ambiente por 4 dias. Lavras, MG, 2005.

4.2.7 Pectina total, solúvel e percentagem de solubilização

A análise de variância mostrou efeito significativo da interação entre os fatores sobre os valores de pectina total, solúvel e percentagem de solubilização (Tabela 7A).

No gráfico da Figura 36, observa-se o comportamento da quantidade de pectina total dos frutos submetidos aos diferentes tratamentos, ao longo do armazenamento. Pode-se constatar que a quantidade de pectina total para os frutos em todos os tratamentos aumentou até os 18 dias de armazenamento, em seguida decresceu, o que pode acontecer durante o amadurecimento de frutos (Carvalho, 1999).

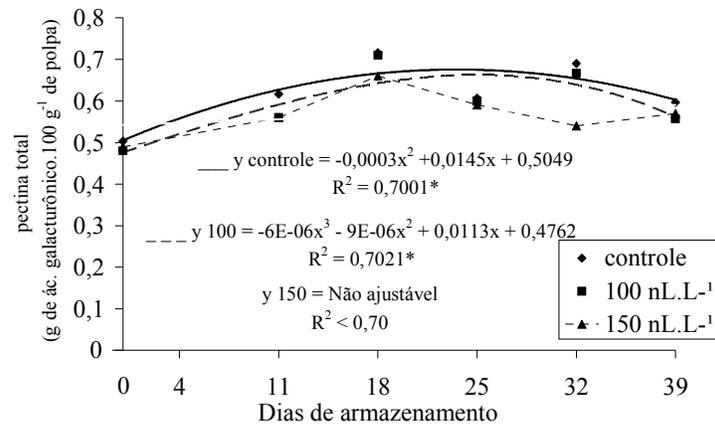


FIGURA 36 Curvas e equações de regressão de pectina total em mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$) e temperatura ambiente por 4 dias. Lavras, MG, 2005.

Freire Júnior & Chitarra (1999) observaram que a quantidade de pectina total não foi alterada, durante todo o período de armazenamento, em mangas 'Tommy Atkins'.

Quanto ao teor de pectina solúvel, os frutos apresentaram uma tendência de aumento no decorrer do armazenamento, nos três tratamentos estudados (Figura 37), concordando com o aumento da percentagem de solubilização (Figura 38).

Os frutos controle apresentaram maiores valores de pectina solúvel em relação aos frutos tratados com 1-MCP, em todas as concentrações utilizadas, evidenciando a eficiência do produto em restringir a solubilização das pectinas em mangas, contribuindo para a manutenção da firmeza e mantendo a

integridade das membranas celulares. O tratamento com 150nL.L⁻¹ de 1-MCP apresentou menor teor de pectina solúvel após o 18º dia de armazenamento.

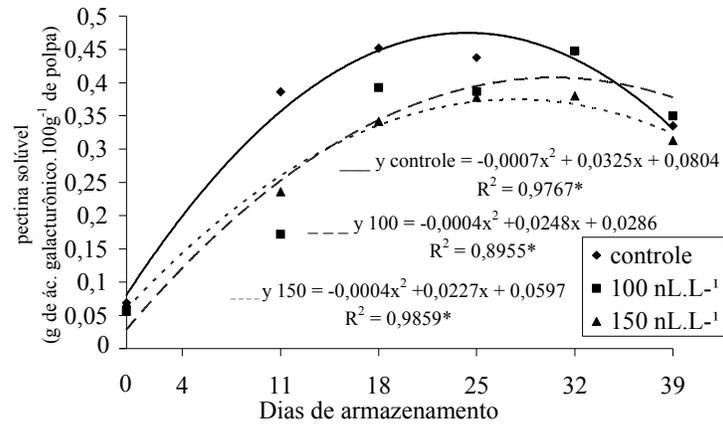


FIGURA 37 Curvas e equações de regressão de pectina solúvel em mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$) e temperatura ambiente por 4 dias. Lavras, MG, 2005.

Os valores de pectina solúvel observados por Roe & Bruemmer (1981) e Cavalca et al. (1994), ao longo do amadurecimento de mangas 'Haden' e 'Keitt' aumentaram e os de protopectina reduziram. Isso reforça o importante papel que as substâncias pécicas desempenham no processo do amaciamento da polpa da manga durante o amadurecimento.

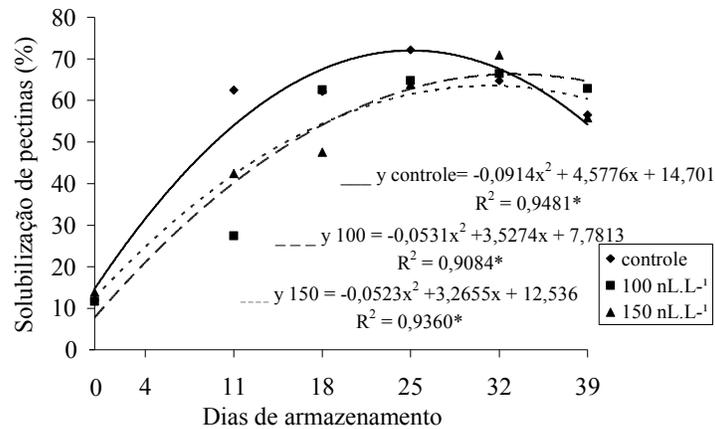


FIGURA 38 Curvas e equações de regressão de solubilização de pectinas em mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^{\circ}\text{C}$) e temperatura ambiente por 4 dias. Lavras, MG, 2005.

4.2.8 Açúcares solúveis totais (AST), açúcares redutores (AR) e açúcares não redutores (ANR)

A análise de variância mostrou efeito significativo para a interação entre os fatores estudados sobre os valores de açúcares solúveis totais, açúcares redutores e açúcares não-redutores (Tabela 7A).

Durante o período de armazenamento, notou-se aumento nos teores de açúcares totais para os três tratamentos, entretanto, de forma mais acentuada nos frutos controle, indicando que o metabolismo do amido foi mais acelerado do que nos frutos tratados com 1-MCP (Figura 39). Os frutos controle e os frutos tratados com 1-MCP na dose de 150nL.L^{-1} apresentaram a menor percentagem de açúcares solúveis totais no final de armazenamento (11,52% e 11,58%), enquanto os frutos do tratamento com 1-MCP na dose de 100nL.L^{-1} a maior

(12,60%). O acúmulo de açúcares solúveis totais foi verificado em mangas 'Amrapali' (Singh et al., 1998) e mangas 'Tommy Atkins' (Cocozza, 2004; Evangelista, 1999; Morais et al., 2002; De Sousa et al., 2002), independente dos tratamentos.

Bernades Silva et al. (2003) avaliaram a evolução de açúcares solúveis durante o desenvolvimento e amadurecimento de mangas e notaram que as cultivares Tommy Atkins e Haden foram os que acumularam mais açúcares solúveis, cerca de 12% e as cultivares Van Dyke e Palmer as que menos acumularam, com cerca de 7,3% e 9,79%, respectivamente.

Os sólidos solúveis e os açúcares solúveis totais acumularam ao longo do armazenamento, provavelmente por causa da hidrólise do amido (Vasquez-Salinas & Lakshminarayana, 1985; Selvaraj et al., 1989; Castrillo et al., 1992; Rocha et al., 2001).

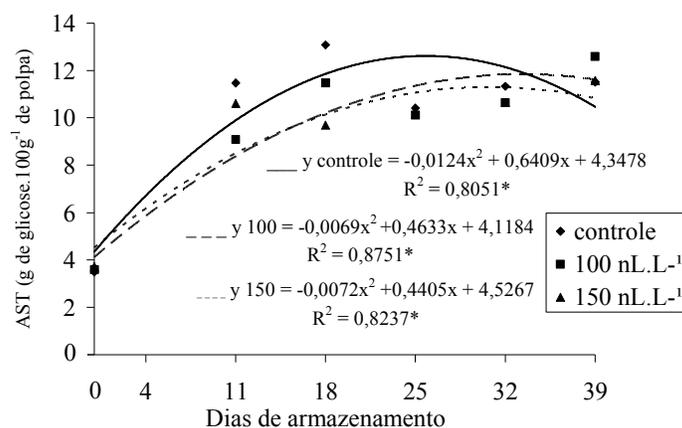


FIGURA 39 Curvas e equações de regressão de açúcares solúveis totais (AST) em mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada (10 ± 1°C) e temperatura ambiente por 4 dias. Lavras, MG, 2005.

O gráfico da Figura 40, demonstra o comportamento da quantidade de açúcares redutores dos frutos submetidos aos diferentes tratamentos, ao longo do armazenamento. Nota-se que a quantidade de açúcares redutores elevou ao longo do armazenamento independente de tratamentos. A elevação na quantidade de açúcares redutores (glicose) na polpa dos frutos controle foi de 2,75% para 5,29%, nos frutos tratados com 100nL.L⁻¹ de 2,84% para 4,90% e para os tratados com 150nL.L⁻¹, de 2,78% para 4,43%.

Observa-se que o tratamento com 150nL.L⁻¹ de 1-MCP também promoveu menores teores de açúcares redutores.

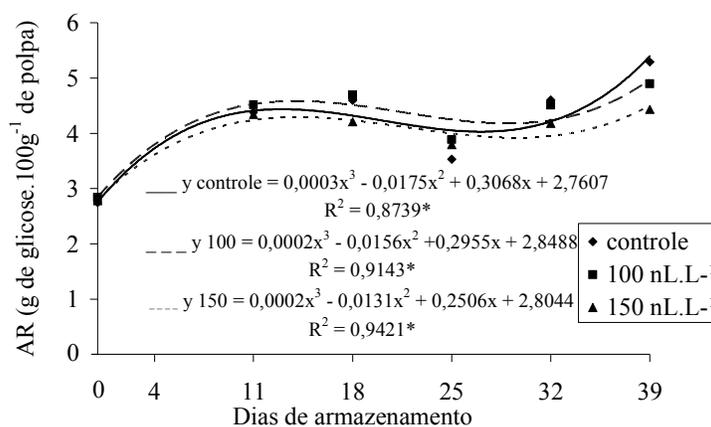


FIGURA 40 Curvas e equações de regressão de açúcares redutores (AR) em mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada (10 ± 1°C) e temperatura ambiente por 4 dias. Lavras, MG, 2005.

Quanto aos açúcares não redutores (sacarose), observou-se aumento nos frutos com avanço da maturação para os três tratamentos (Figura 41). Esta variação foi de 0,66% a 6,23% para os frutos controle, de 0,75% a 7,73% para os frutos tratados com 1-MCP na dose de 100nL.L⁻¹ e de 0,91% a 7,09% para os frutos tratados com 1-MCP na dose de 150nL.L⁻¹. Este aumento nos teores de sacarose também foi observado por Evangelista (1999) em mangas 'Tommy Atkins', de 1,57% para 6,59% e em mangas 'Haden', por Castrilho et al. (1992).

Segundo Bernardes Silva et al. (2003), os teores de sacarose na manga madura foram de 4,92% para a cultivar Van Dyke, 6,41% para a cultivar Palmer, 8,80% para a cultivar Haden e 9,0% para a cultivar Tommy Atkins. Depois da colheita até o completo amadurecimento da fruta, a sacarose predominou em todas as cultivares.

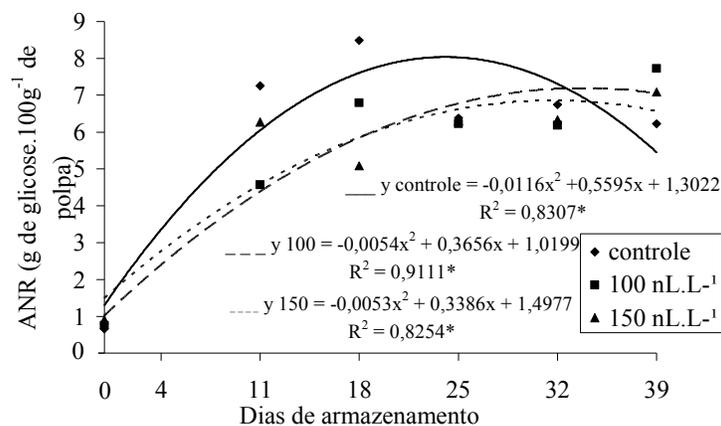


FIGURA 41 Curvas e equações de regressão de açúcares não-redutores (ANR) em mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$) e temperatura ambiente por 4 dias. Lavras, MG, 2005.

Os aumentos nos teores de açúcares não redutores dos frutos tratados com 1-MCP foram menos acentuados que nos frutos controle, mais uma vez indicando que o 1-MCP reduziu o metabolismo dos frutos.

Maia et al. (1986) observaram em mangas nas cultivares Rosa, Coité, Jasmim, Espada e Itamaracá, aumento nos teores de açúcares totais, açúcares redutores, não redutores e sólidos solúveis durante a maturação com a redução, concomitante, do conteúdo de amido nos frutos, ao longo da maturação. Tal fato pôde ser verificado no presente estudo, no qual os resultados obtidos para sólidos solúveis concordam com os resultados obtidos para os açúcares totais, açúcares redutores e não redutores.

4.2.9 Vitamina C

A análise de variância mostrou efeito significativo para a interação entre os fatores estudados sobre os valores de vitamina C (Tabela 7A).

Dos frutos sob efeito de 1-MCP em todas doses utilizadas, os teores de vitamina C apresentaram-se menores em relação aos frutos controle. Esta variação foi de 58,93 a 55,45mg de ác. ascórbico.100g⁻¹ de polpa para os frutos controle, de 62,70 a 55,45mg de ác. ascórbico.100g⁻¹ de polpa para os frutos tratados com 1-MCP na dose de 100nL.L⁻¹ e de 59,35 a 56,84mg de ascórbico.100g⁻¹ de polpa para os frutos tratados com 1-MCP na dose de 150nL.L⁻¹ (Figura 42).

Como o metabolismo de açúcares foi menos intenso nos frutos tratados com 1-MCP, pode ter sido esse o motivo do comportamento da vitamina C nesses dois tratamentos (Figura 42). Observa-se ainda que os frutos tratados com 1-MCP não apresentaram menores teores de vitamina C em relação ao controle, no final do armazenamento.

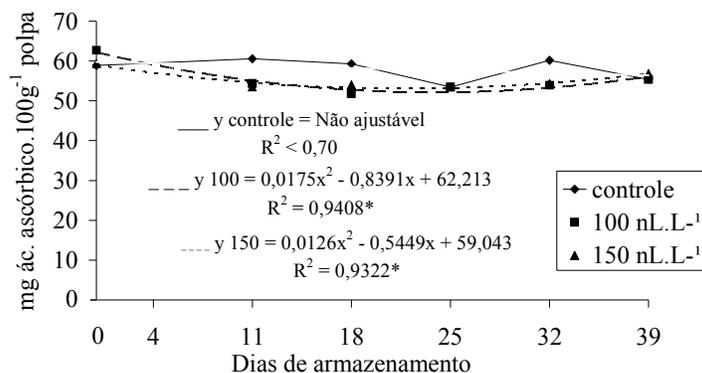


FIGURA 42 Curvas e equações de regressão de teor de ácido ascórbico em mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$) e temperatura ambiente por 4 dias. Lavras, MG, 2005.

Os teores obtidos são inferiores ao encontrado por Cardello & Cardello (1998), com 200,15 para 115mg.100g⁻¹ a 20°C para manga 'Haden', demonstrando que a quantidade de ácido ascórbico diminuiu consideravelmente com o amadurecimento.

Estudos citados por Medina et al. (1981) mostram um decréscimo de vitamina C, de 130-70 mg.100g⁻¹ em frutos verdes para 50-15 mg.100g⁻¹, em frutos maduros. Em cultivares comerciais da Índia, esse decréscimo é de 192mg.100g⁻¹ para 96,1mg.100g⁻¹.

4.2.10 Pectinametilesterase (PME), poligalacturonase (PG) e β -D-galactosidase

A análise de variância mostrou efeito significativo para a interação entre os fatores estudados sobre os valores de pectinametilesterase e β -D-galactosidase (Tabela 7A).

No gráfico da Figura 43, os dados referem-se ao comportamento da atividade da enzima pectinametilesterase (PME) nos frutos submetidos aos diferentes tratamentos, ao longo do armazenamento.

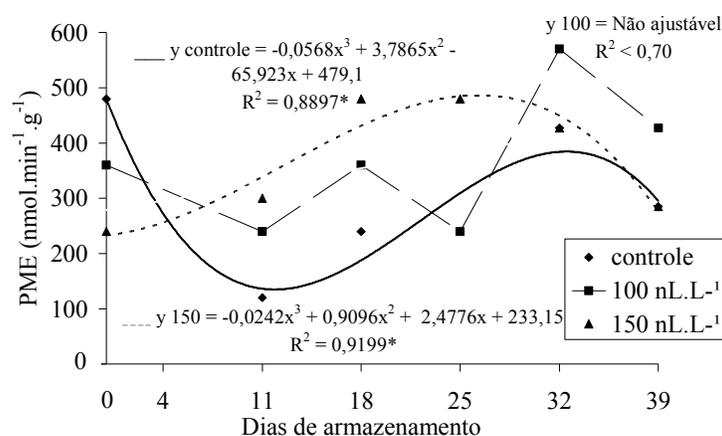


FIGURA 43 Curvas e equações de regressão de atividade de pectinametilesterase (PME) em mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$) e temperatura ambiente por 4 dias. Lavras, MG, 2005.

Os valores observados durante o armazenamento para a atividade da PME nos frutos controle foram de 480 para 285nmol.min.g⁻¹; nos frutos

submetidos às doses de 100nL.L⁻¹ e 150nL.L⁻¹ de 1-MCP, foram de 360 a 427 nmol.min.g⁻¹ e 240 a 285nmol.min.g⁻¹, respectivamente.

Observa-se, no gráfico da Figura 43, que o 1-MCP retardou a atividade da PME, pois, ao zero dia, a atividade desta enzima era muito menor que os frutos controle. Posteriormente, a atividade da PME aumentou para o tratamento de 150nL.L⁻¹, tendo ao 25 ° dia de armazenamento decrescido, enquanto o controle reduziu até esse período e, para o tratamento de 100nL.L⁻¹, oscilou ao longo do armazenamento.

A atividade da poligalacturonase (PG) não foi detectada em nenhum dos tratamentos nos diferentes estádios de maturação. No entanto, Abu-Sarra & Abu-Goukh (1992), Mitcham & McDonald (1992), Aina & Oladunjoye (1993), El-Zoghbi (1994) e Roe & Brummer (1981) observaram atividade da PG em mangas ao longo do armazenamento à temperatura ambiente e atribuíram-na ao amaciamento dos frutos a essa enzima.

Foi detectada atividade da enzima β -galactosidase nos frutos dos três tratamentos durante o armazenamento de mangas 'Palmer' (Figura 44).

Observa-se, na Figura 44, que a atividade desta enzima é maior nos frutos controle até os 25 dias de armazenamento, coincidindo com a solubilização das pectinas (Figura 39). O 1-MCP retardou a ação dessa enzima. A enzima β -galactosidase hidrolisa as ligações cruzadas de galactana e causa afrouxamento dos poliuronídeos de parede celular (Wallner, 1978). Contudo, Ali & Lazan (1995) e Evangelista (2000) observaram atividade desta enzima e notaram que a sua atividade aumenta à medida que o fruto torna-se maduro.

Provavelmente, a enzima β -galactosidase foi uma das responsáveis pelo amaciamento das mangas deste estudo durante o armazenamento à temperatura ambiente.

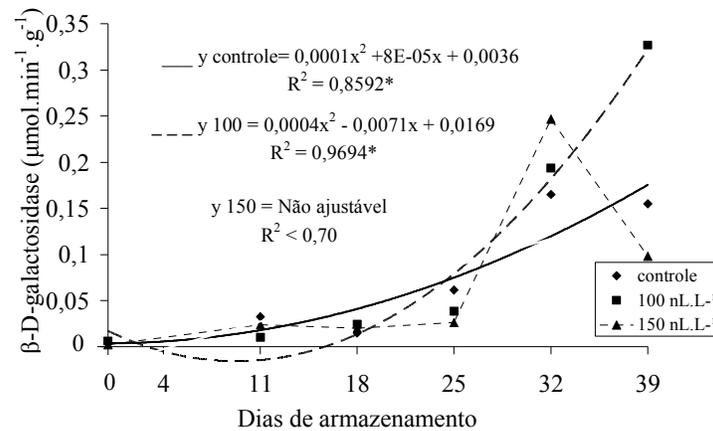


FIGURA 44 Curvas e equações de regressão de atividade de β -D-galactosidase em mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$) e temperatura ambiente por 4 dias. Lavras, MG, 2005.

4.2.11 Cor

4.2.11.1 Cor da casca na porção verde do fruto

Os dados de ANAVA para esses parâmetros constam da Tabela 8A.

Observa-se, no gráfico da Figura 45, a diminuição do valor L^* dos frutos, diferindo significativamente ao longo do armazenamento, porém, sem diferença significativa entre tratamentos. Porém, Hofman et al. (2001) registraram influência significativa do 1-MCP sobre o valor L^* da casca em mangas 'Kensington Pride' colhidas em estágio comercial e armazenadas à temperatura ambiente, encontrando menores valores para essa característica.

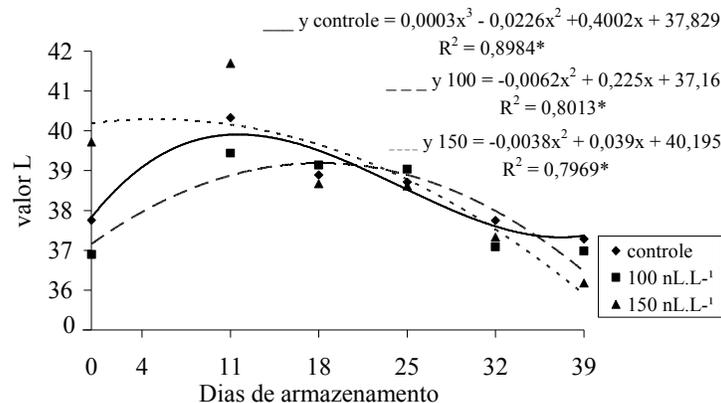


FIGURA 45 Curvas e equações de regressão do valor L* da casca em mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$) e temperatura ambiente por 4 dias. Lavras, MG, 2005.

A evolução da coloração da casca sob condições ambientais iniciou-se com a tonalidade verde-escuro na porção verde do fruto no primeiro dia de avaliação, acentuando-se para uma tonalidade verde-clara para os tratamentos estudados ao longo do armazenamento.

Nota-se, nos gráficos das Figuras 46 e 47, evolução nos valores de a^* e b^* ao longo do armazenamento na casca dos frutos, o que indica o seu desverdecimento e simultâneo amarelecimento. Isso porque o valor a^* está associado à intensidade da cor verde (valores negativos) e o valor b^* a intensidade da cor amarela (valores positivos). Valores menores de a^* e b^* indicam menor degradação da clorofila (pigmentos verdes) e síntese de carotenóides (pigmentos amarelos), responsáveis pela coloração característica de mangas, quando maduras (Kader, 1992).

Os frutos controle apresentaram maiores valores de b^* em relação aos frutos tratados com 1-MCP, em todas as concentrações utilizadas, evidenciando a eficiência do produto em restringir o amarelecimento das casca, contribuindo, dessa forma, para a manutenção da cor esverdeada. Provavelmente, a atividade da clorofilase neste experimento foi diminuída sob a influência do 1-MCP, resultando na retenção coloração verde.

Segundo Cocozza (2004), o 1-MCP exerceu influência na retenção da cor verde para os frutos de mangas 'Tommy Atkins' em relação aos frutos controle.

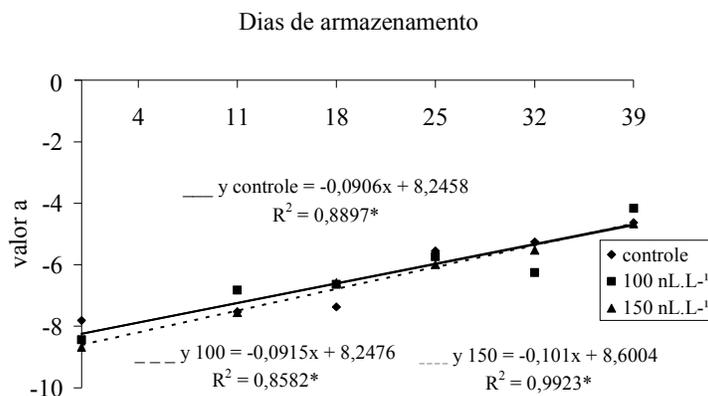


FIGURA 46 Curvas e equações de regressão do valor a^* da casca em mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$) e temperatura ambiente por 4 dias. Lavras, MG, 2005.

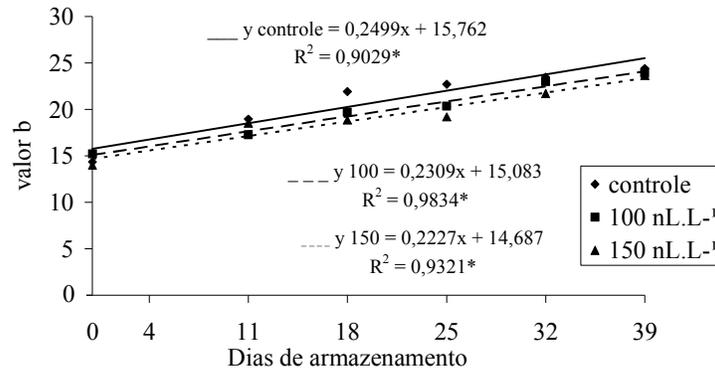


FIGURA 47 Curvas e equações de regressão do valor b* da casca em mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$) e temperatura ambiente por 4 dias. Lavras, MG, 2005.

4.2.11.2 Cor da casca na porção vermelha do fruto

Os resultados da ANAVA para este parâmetro encontram-se na Tabela 8A.

Os resultados relativos ao valor L* da casca ao longo do armazenamento encontram-se na Figura 48. Observa-se que ocorreram oscilações no valor L* durante todo o armazenamento.

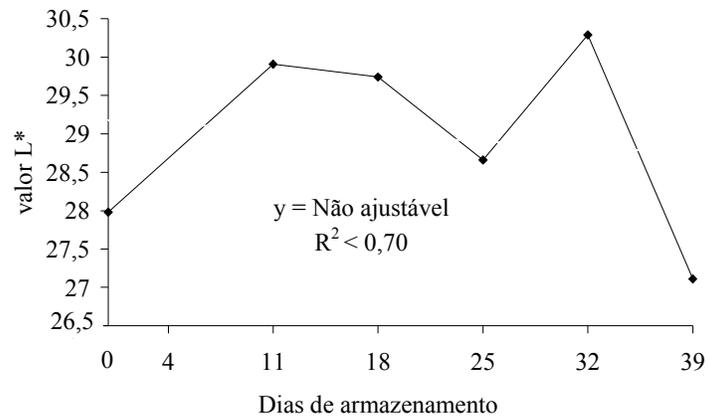


FIGURA 48 Teores médios do valor L* da casca em mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$) e temperatura ambiente por 4 dias. Lavras, MG, 2005.

Nos gráficos das Figuras 49 e 50, observa-se que houve aumento no valor a^* (verde/vermelho) e do valor b^* (intensidade de azul/amarelo) com o armazenamento das mangas. Durante o armazenamento, a coloração das mangas foi alterada, passando da cor vermelha para vermelho-escura. Tais observações podem ser associadas às alterações nos valores a^* , principalmente.

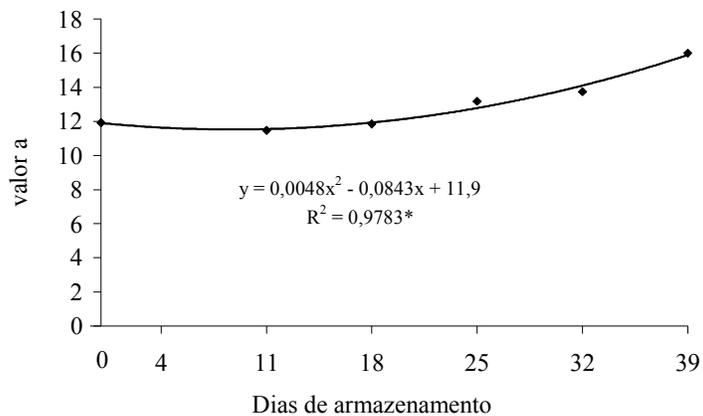


FIGURA 49 Curva e equação de regressão do valor a* da casca em mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$) e temperatura ambiente por 4 dias. Lavras, MG, 2005.

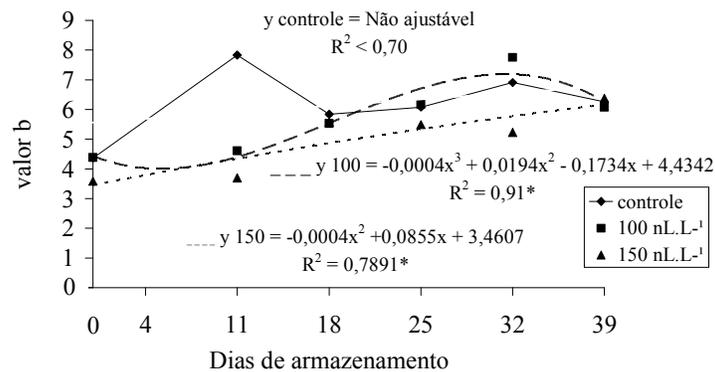


FIGURA 50 Curvas e equações de regressão do valor b* da casca em mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$) e temperatura ambiente por 4 dias. Lavras, MG, 2005.

Observa-se n gráfico da Figura 50, que os frutos tratados com 1-MCP apresentaram maiores valores de b^* aos 32 dias e nos frutos controle foi aos 11 dias. O 1-MCP retardou a mudança na cor da casca na porção vermelha do fruto.

Cocozza (2004) observou que doses crescentes de 1-MCP retardaram o acúmulo de antocianinas na superfície da casca.

4.2.11.3 Cor da polpa

A análise de variância apresentou efeito significativo para a interação entre estes fatores sobre os valores L^* , a^* e b^* (Tabela 8A).

O valor L^* aumentou para todos os tratamentos (Figura 51), em decorrência da evolução da coloração com aumento dos valores a^* e b^* (Figuras 52 e 53).

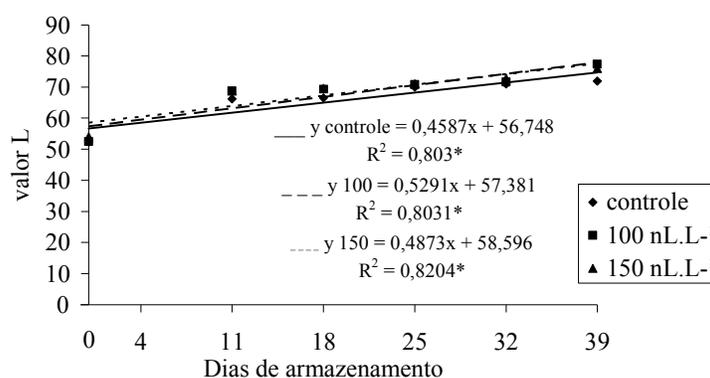


FIGURA 51 Curvas e equações de regressão do valor L^* da polpa em mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$) e temperatura ambiente por 4 dias. Lavras, MG, 2005.

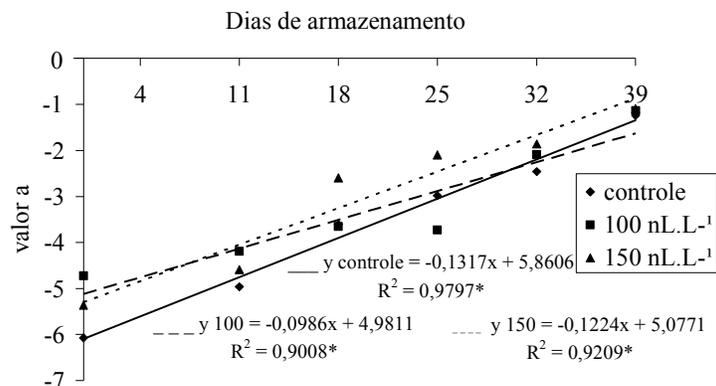


FIGURA 52 Curvas e equações de regressão do valor a* da polpa em mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$) e temperatura ambiente por 4 dias. Lavras, MG, 2005.

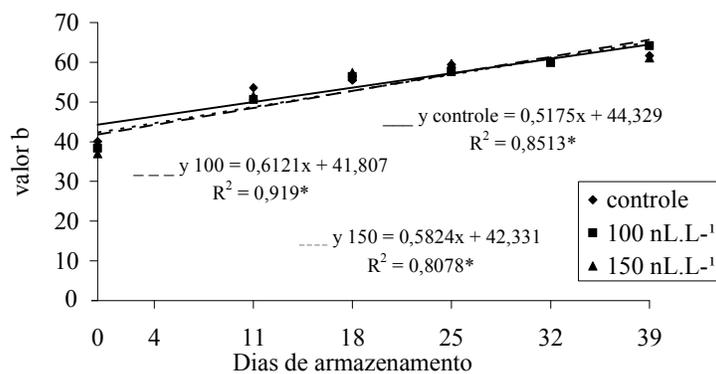


FIGURA 53 Curvas e equações de regressão do valor b* da polpa em mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$) e temperatura ambiente por 4 dias. Lavras, MG, 2005.

Quanto aos valores de b^* , intensidade da cor amarela (valores positivos), observou-se aumento na polpa dos frutos com o avanço da maturação para os três tratamentos. Esta variação foi maior, de 40,08 a 61,68 para os frutos controle, de 38,40 a 64,14 para os frutos tratados com 1-MCP na dose de 100nL.L^{-1} e de 41,86 a 61,13 para os frutos tratados com 1-MCP na dose de 150nL.L^{-1} .

A coloração da polpa evoluiu de próxima a branco (Figura 24) para uma tonalidade alaranjada intensa (Figura 54). A cor da polpa sofreu influência do 1-MCP, tendo retardado, mas não impedido a síntese de carotenóides (pigmentos amarelos), refletindo no desenvolvimento da cor amarelo-alaranjada em menor intensidade em relação aos frutos controle.



FIGURA 54 Aspectos de mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$) por 35 dias e temperatura ambiente por 4 dias. Lavras, MG, 2005.

5 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Após 35 dias de armazenamento refrigerado, todos os frutos dos três tratamentos estavam aptos para o consumo. Outros estudos deverão ser realizados, aumentando-se o período de armazenamento.

Com 35 dias de armazenamento e 4 dias à temperatura ambiente, todos os frutos estavam inaptos para a comercialização e consumo.

Em pré-testes, foi utilizada concentração mais elevada de 1-MCP, entretanto, as mangas não apresentaram amadurecimento normal após 30 dias de armazenamento refrigerado.

6 CONCLUSÕES

Nas condições dos experimentos, pôde-se concluir que:

- o uso do 1-MCP, nas concentrações utilizadas, foi eficiente em retardar o metabolismo dos frutos pelas características químicas avaliadas;
- o tratamento com 150nL.L^{-1} foi mais eficiente que o 100nL.L^{-1} ;
- o tratamento com 1-MCP, associado à refrigeração foi eficiente em manter os frutos armazenados por 35 dias;
- nos frutos controle, observou-se, pelo desenvolvimento da cor, um amadurecimento mais rápido que nos frutos tratados com 1-MCP;
- com 14 dias de armazenamento refrigerado e 4 dias à temperatura ambiente, os frutos controle estavam inaptos para o consumo, enquanto os frutos tratados com 1-MCP estavam aptos até 21 dias de armazenamento refrigerado e 4 dias à temperatura ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

AGRINUAL 2005 - **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e comercio, 2003. p 392-398.

AHMED, A. B.; LABAVITCH, J. M. Changes in ripening “Bartlett” pears. In: Cell wall metabolism in ripening fruits. **Plant Physiology**, Rockville, v. 65, n. 5, p. 1009-1013, May 1980.

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.; ARMUGAM, S.; LAZAN, H. β -galactosidase and its significance in ripening mango fruit. **Phytochemistry**, Oxford, v. 38, n. 5, p. 1109-1114, Mar. 1995.

ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; ALMEIDA, A. da Silva ; PEREIRA, M. E. C.; COCCOZZA, F. D. M.; JORGE, J. T. Postharvest ripening of Tommy Atkins mangoes on two maturation stages treated with 1-MCP. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 645, p. 627-632, 2004.

ARGENTA, L. C.; MATTHEIS, J. P.; FAN, X. Controle do amadurecimento de frutas – manipulação da ação do etileno com 1-metilciclopropeno para preservação pós-colheita de maçãs e pêras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16., 2000, Fortaleza. **Palestras...** Fortaleza: EMBRAPA Agroindústria Tropical/SBF, 2000a. p. 236-243. CD-ROM.

ASHRAF, M.; KHAN, N.; AHMAD, M.; ELAHI, M. Studies on the pectinesterase activity and some chemical constituents of some Pakistani mango varieties during storage ripening. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington v. 29, n. 3, p. 526-528, May/June 1981.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 12. ed. Washington, 1992. 1015 p.

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

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

BÁEZ-SAÑUDO, R. et al. Comportamiento postcosecha del mango 'Tommy Atkins' tratado con agua caliente y ceras. **Proceedings of the Interamerican Society Tropical Horticultural**, Orlando, v. 44, p. 39-43, 2001.

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.

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. 2003.

BERNIZ, P. J. **Avaliação industrial de variedades de manga (*Mangifera indica* L.) para elaboração de nectar**. 1984. 55 p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BISSOLI JUNIOR, W. **Qualidade de mangas (*Mangifera indica* L. cv. 'Tommy Atkins' sob influência da pulverização pré-colheita dos frutos com cálcio e boro**. 1992. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Escola Superior de Agronomia de Lavras, Lavras, MG.

BITTER, T.; MUIR, H. M. A modified uronic acid carbazole reaction. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 4, n. 4, p. 330-336, 1962.

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

BLEINROTH, E. W. Manuseio e tratamento de pós-colheita da manga. SIMPÓSIO DE MANGICULTURA, 2., 1988, Jaboticabal. **Segundo....** Campinas: ITAL, 1988. p. 171-184.

BLEINROTH, E. W. Recomendações para armazenamento de frutas. In: BLEINROTH, E. W. **Curso de pós-colheita e armazenamento de frutas**. Campinas: ITAL, 1981. cap. 13, p. 58.

BLEINROTH, E. W.; FILGUEIRAS, I. B.; VEIGA, A. A. Avaliação de novas cultivares de manga para industrialização. 1 Análise das características físico-geométricas e químicas da matéria-prima. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 2, p. 207-216, abr./jun. 1985.

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

BRINSON, K.; DEY, P. M.; JOHN, M. A.; PRIDHAM, J. B. Postharvest changes in *Mangifera indica* mesocarp cell walls and cytoplasmic polysaccharides. **Phytochemistry**, Oxford, v. 27, n. 3, p. 719-723, Mar. 1988.

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

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

CANTILLANO, R. F. F.; MADAIL, J. C. M.; MATTOS, M. L. T. Mercado de alimentos: tendência mundial. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 213, p. 79-84, nov./dez. 2001.

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.

CARNELOSSI, M. A. G.; SOUZA, D. C.; LIVEIRA, M. do S. A.; SANTOS, L. R.; SILVA, A. F. Efeito do armazenamento refrigerado na qualidade pós-colheita de manga. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 5., 2003, Campinas, SP. **Anais...** Campinas, SP: FEA, 2003. Suplemento CD-ROM.

CARVALHO, A V **Avaliação de kiwis cv. Hayward, minimamente processados**. 2000. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade federal de Lavras, Lavras, MG.

CARVALHO, H. A. **Utilização de atmosfera modificada na conservação pós-colheita da goiaba Kumagai**. 1999. 115 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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 enzimáticas das substâncias pécticas da manga (*Mangifera indica* L.) v. Haden no amadurecimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 14, n. 2, p. 189-201, jul./dez. 1994.

CHAVES, A. L.; ROMBALDI, C.; ARAUJO, P. J. de et al. Ciclo de maturação e produção de etileno de tomates (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) transgênicos. **Ciência Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 116-120, jan./abr. 1998. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010120611998000100024&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 10 nov. 2003.

CHITARRA, M. I. F. Fisiologia e Qualidade de Produtos Vegetais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços De Caldas- MG, 1998. p. 1-80.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças:** fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL/FAEFE, 1990. 320 p.

COCOZZA, F. M.; PEREIRA, M. E. C.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; JORGE, J. T. Respiration rate and chemical characteristics of cold stored. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, v. 645, p. 645-650, 2004.

CORREA, P. C. Avaliação destrutiva e não destrutiva de qualidade de produtos vegetais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas - MG. p. 9-81

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

DE SOUZA, J. P.; PRAÇA, E. F.; ALVES, R. E.; BEZERRA NETO, F.; DANTAS, F. F. Influência 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.

EL-ZOGHBI, M. Biochemical changes in some tropical fruits during ripening. **Food Chemistry**, Oxford, 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 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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 β -galactosidase de mangas 'Tommy Atkins', armazenadas sob refrigeração. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 174-181, jan./mar. 2000.

EVANGELISTA, R. M.; CHITARRA, A. B.; GOLDON, I. S. Efeito da aplicação de ceras comerciais na pós-colheita de manga (*Mangifera indica* L.) cv. Tommy Atkins. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 18, n. 1, p. 105-113, 1996.

FAO. **FAOSTAT database results.** Disponível em: <<http://apps1.fao.org>>. Acesso em: 8 mar. 2005.

FAUBION, D. Could new ethylene inhibitor work on fruit. **Good Fruit Grower**, Pensilvania, v. 50 n. 95, p. 18, Apr. 2000.

FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos.** Zaragoza: Acribia, 1993. 1100 p.

FONSECA, H.; NOGUEIRA, J. N.; MARCONDES, A. M. S. Teor de ácido ascórbico e β -caroteno em frutas e hortaliças brasileiras. **Separata de Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Guatemala, v. 19, n. 1, p. 9-16, mar. 1969.

FREIRE JUNIOR, M.; CHITARRA, A. B. Efeito da aplicação do cloreto de cálcio nos frutos da manga ‘Tommy Atkins’ tratados hidrotermicamente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 5, p. 761-769, maio 1999.

GARCIA-ESTRADA, R. Efecto de 1-metilciclopropeno en la presencia de *Colletotrichum gloeosporoides* PENZ durante el mercadeo de frutos de mango. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, p. 462, ago. 2001. Suplemento. (CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 34., 2001, São Pedro. **Resumos...** São Pedro, 2001).

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.

- GOLDING, J. B.; SHEARER, D.; WYLLIE, S. G.; MCGLASSON, W. B. Application of 1-MCP and propylene to identify ethylene-dependent ripening processes in mature banana fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 14, n. 1, p. 87-98, Sept. 1998.
- GOMEZ-LIM, M. A. Postharvest physiology. In: **The Mango: botany, production and uses**. Wallingford, NY: CAB International, 1997. p. 425-446.
- GORGATTI NETTO, A. et al. **Manga para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA, 1994. 37 p.
- GOWDA, I. N. . D.; HUDDAR, A. G.; Studies on ripening changes in mango (*Mangifera indica* L.) fruits. **Journal of Food Science and Technology**, London, v. 38, n. 2, p. 135-137, Feb. 2001.
- HOFMAN, P. J.; JOBIN-DÉCOR, M.; MEIBURG, G. F. MACNISH, A. J.; JOYCE, D. C. Ripening and quality responses of avocado, custard apple, mango and papaya fruit to 1-methylcyclopropene. **Australian Journal Experimental Agriculture**, Melbourne, v. 41, p. 567-572, Jan. 2001.
- 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, June 1991.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas: métodos químicos e físico-químicos para análise de alimentos**. 2. ed. São Paulo, 1985. v. 1, 371 p.
- JACOBI, K. K.; MACRAE, E. A.; HETHERINGTON, S. E. Early detection of abnormal skin ripening characteristics of 'Kensington' mango (*Mangifera indica* Linn). **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 72, n. 3/4, p. 215-225, Feb. 1998.
- JACOMINO, A. P.; BASSETO, E.; SESSO, T. M. ; KLUGE, R. A. 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, 2002a.
- JACOMINO, A. P.; KLUGE, R. A.; BRACKMANN, A.; CAMARGO E CASTRO, P. R. Controle do amadurecimento e senescência de mamão com 1-metilciclopropeno. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 2, p. 303-308, abr./jun. 2002b.

JEN, J. J.; ROBINSON, M. L. Pectolytic enzymes in sweet bell peppers *Capsicum annuum*. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 49, n. 4, p. 1085-1087, July/Aug. 1984.

JERÔNINO, E. M.; KANESHIRO, 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, ago. 2000.

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**, Warnick, v. 137, n. 3, 321-327, June 2000.

JOHN, J.; SUBBARAYAN, C.; CAMA, H. R. Carotenoids in three stages of ripening in mango. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 35, n. 3, p. 262-265, May/June 1970.

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. **Postharvest tecnology of horticultural crops**. Oakland: University of California, 1992. 269 p.

KANESHIRO, M. A. B. et al. Efeito de embalagem no armazenamento refrigerado de manga (*Mangifera indica L.*). In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIAS DOS ALIMENTOS, Campinas, 1995. **Anais...** Campinas: FEA, 1995. p. 94.

KETSA, S.; CHIDTRAGOOL, S.; KLEIN, J. D.; LURIE, S. Effect of Heat treatment on changes in softening, pectic substances and activities of Polygalacturonase, Pectinesterase and β -galactosidase of ripening mango. **Journal of Plant Physiology**, Jena, v. 153, n. 3/4, p. 457-461, Oct. 1998.

KETSA, S.; CHIDTRAGOOL, S.; KLEIN, J. D.; LURIE, S. Ethylene sythesis in mango fruit following heat treatment. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 15, n. 1, p. 65-72, Jan. 1999.

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

KRAMMES, J. G. et al. Effects of methylcyclopropene and wax coating on apple fruit ripening during shelf life. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 8., 2001, Ilhéus. **Resumos....** Ilhéus: SBFV, 2001. p. 137.

LAKSHMINARAYANA, S. Mango. In: NAGY, S.; SHAW, P. E. (Ed.) **Tropical and Subtropical Fruit**. New York: AVI Publishers, 1985. p. 184-257.

LEDERMAN, I. E.; BEZERRA, J. E. F.; CARVALHO, P. S.; ALVES, M. A.; SANTOS, V. F. Determinação do ponto de colheita da manga 'Tommy Atkins' para a região semi-árida de Pernambuco **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 20, n. 2, p. 145-151, ago. 1998.

LEVIEVRE, J. M.; LATCHÉ, A.; JONES, B. Ethylene and fruit ripening. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 101, n. 4, p. 727-739, Dec. 1997.

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

LIMA, M. A. C. de et al. Alterações durante a maturação de graviola (*Annona muricata* L.) submetida a aplicação pós-colheita de 1-MCP. **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**, Orlando, v. 45, n. 1, p. 1-5, 2001.

MAIA, G. A.; SILVA, M. DE F. A.; HOLANDA, L. F. F. DE; MONTEIRO, J. C. S.; ORIÁ, H. F.; FIGUEIREDO, R. W. DE 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. Colheita – embalagem - armazenamento. In: _____. **Manga: tecnologia, produção, pós-colheita, agroindústria e exportação**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001. p. 435-543.

MARKOVIC, O.; HEINRICHOVÁ, K.; LENKEY, B. Pectolytic enzymes from banana. **Collection Czechoslovak Chemistry Community**, London, v. 40, n. 3, p. 769-774, 1975.

McCREADY, R. M.; McCOMB, E. A. Extraction and determination of total pectic materials in fruit. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 24, n. 12, p. 1586-1588, Dec. 1952.

MEDINA, J. C. et al. **Manga – da cultura ao processamento e comercialização**. Campinas: ITAL, 1981. 399 p. (ITAL. Série Frutas Tropicais, n. 8).

MEDINA, V. M. Fisiologia e pós-colheita da manga. In: _____. **Manga: tecnologia de produção e Mercado**. Vitória da Conquista, BA: 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, Dec. 1986.

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

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

MERCADANTE, A. Z.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. HPLC and spectrometric analysis of carotenoids from mango. **Journal Agriculture Food Chemistry**, 45, p. 120-123, 1997.

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.; PUSCHMANN, R. Alterações metabólicas durante a maturação pós-colheita de manga (*Mangifera indica* L.) cv. 'Ubá'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, BA. v. 13, n. 3, p. 199-204, 1991.

MORAIS, P. L. D.; FILGUEIRAS, H. A. C.; PINHO, J. L. N.; ALVES, R. E. Ponto de colheita ideal de mangas 'Tommy Atkins' destinadas ao mercado Europeu. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 671-675, dez. 2002.

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 *Carioca papaya*L. Improved Sunrise Solo Line 72/12', com utilização de filmes protetores e cera, associados a refrigeração.** 1992. 91 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

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

NOELTING, G.; BERNFELD, P. Sur lês enzymes amylalytiques III. La β -amilase: dosage I' absence I' α -amilase. **Helvetica Chimistries Acta**, Basel, v. 31, p. 286-290, 1948.

OLIVEIRA JÚNIOR, E. N.; SANTOS, C. D.; ABREU, C. M. P.; CORRÊA, A. D.; SANTOS, J. Z. L. Alterações pós-colheita da “fruta-de-lobo” (*Solanun lycocarpum* St. Hil.) durante o amadurecimento: análises físico-químicas, químicas e enzimáticas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 410-413, dez. 2004.

PFaffenbach, L. B.; CASTRO, J. V.; CARVALHO, C. R. L.; ROSSETTO, C. J. Efeito da atmosfera modificada e da refrigeração na conservação pós-colheita de manga Espada Vermelha **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 410-413, dez. 2003.

PINTO, A. C. de Q. Genética e melhoramento da mangueira – sinopse. In: SÃO JOSÉ, A. R.; SOUZA, I. B.; MARTINS FILHO, J. **Manga, tecnologia de produção e mercado.** Vitória da Conquista, BA: DFZ/UESB, 1996. p 16-31.

PINTO, A. C. de Q. Técnica de cultivo. In: SEMANA INTERNACIONAL DA FRUTICULTURA E AGROINDÚSTRIA, 7. , 2000, Fortaleza: **FRUTAL**, 2000. 1 CD-ROM.

POTT, I.; BREITHAUPT, D. E.; CARLE, R. Detection of unusual carotenoid esters in fresh mango (*Mangifera indica* L. cv. 'Kent'). **Phytochemistry**, Oxford, v. 64, n. 4, p. 825-829, Oct. 2003.

PRESSEY, R.; HINTON, D. M.; AVANTS, J. K. Development of poligalacturonase activity and solubilization of pectin in peaches during ripening. **Plant Physiology**, Baltimore, v. 52, n. 3, p. 252-256, Sep. 1973.

RAMOS, V. H. V. **Conservação pós-colheita da manga por meio do tratamento químico, da embalagem plástica e da cera associados à hidrotérmia e refrigeração** 1994. 179 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

RANWALA, A. P.; SUEMATSU, C.; MASUDA, H. The role of β -galactosidase in the modification of cell wall components during muskmelon fruit ripening. **Plant Physiology**, Rockville, v. 100, n. 3, p. 1318-1325, Nov. 1992.

RESENDE, E. D. **Estudos da conservação de fatias de manga utilizando técnicas combinadas: pré-secagem e congelamento**. Campinas: UNICAMP, 1995. 85 p.

RHODES, M. J. C. The maturation and ripening of fruits. In: THIMANN, K. V.; ADELMAN, R. C.; ROTH, G. S. **Senescence in plants**. Florida: CRC Press, 1980. cap. 8, p. 157-205.

ROCHA, R. H. C.; MENEZES, J. B.; MORAIS, E. A.; SILVA, G. G.; AMBROSIO, M. M. de Q.; ALVEZ, M. Z. Uso do índice de degradação de amido na determinação da maturidade da manga 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 23, n. 2, p. 302-305, ago. 2001.

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.

RUPASINGHE, H. P. V.; MURR, D. P.; PALIYTH, G.; SKOG, L. 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, May 2000.

SALES, A. N. **Aplicação de 1-Metilciclopropeno em banana 'Prata Anã' armazenada sob baixa temperatura seguida de climatização**. 2002. 69 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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, ago. 1999.

SELVARAJ, Y.; KUMAR, R.; PAL, D. K. Changes in sugars, organic acids, amino acids, lipid constituents and aroma characteristics of ripening mango (*Mangifera indica* L.) fruit. **Journal of Food Science and Technology**, New Dely, v. 26, n. 4, p. 308-313, Oct. 1989.

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, Nov. 2001.

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

SEYMOUR, G. B.; LASSLETT, Y.; TUCKER, G. A. Differential effects of pectolytic enzymes on tomato polyuronides *in vivo* and *in vitro*. **Phytochemistry**, Oxford, v. 26, n. 12, p. 3137-3139, Dec. 1987.

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. (SEMANA FARMACÊUTICA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA FCF-USP, 7., 2002, São Paulo).

SILVA, A. P.; EVANGELISTA, R. M.; VIEITES, R. L. Uso de películas de amido e de sacos de polietileno na conservação pós - colheita de bananas, armazenadas sob refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 18, n. 1, p. 1-42, 1996.

SILVA, M. de F. A. e et al. Características físicas e químicas da manga. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 17, n. 1, p. 73-80, jun. 1986.

SILVA, M. S. da; SILVA, S. de M.; MENDONÇA, R. M. N.; SANTOS, A. F. dos; MORAIS, P. L. D.; ALVES, R. E. . Conservação pós-colheita de manga rosa tratada com 1-MCP em dois estádios de maturação e armazenados sob atmosfera modificada. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 5., 2003, Campinas, SP. **Anais....** Campinas, SP: SBCTA, 2003. Não paginado.

SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba, SP: FEALQ, 1998. 760 p.

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**, Dortrech, v. 9, n. 2, p. 157-164, 1996.

SISLER, E. C.; BLANKENSHIP, S. M.; GUEST, M. Compounds interacting with the ethylene receptor. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 553, p. 159-162, 2001.

SOMOGHY, M.; NELSON, N. Notes on sugar determination. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, p. 153-375, 1944.

SOUZA, S. J. F. **Comparação de onze variedades de manga produzidas em Visconde do Rio Branco, MG, visando ao consumo natural e a elaboração de geléias**. 1984. 53 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

STROHECKER, R. L.; HENNING, H. M. **Analysis de vitaminas**: métodos comprobados. Madrid: Paz Montalvo. 1967. 428 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, de D. K.; KALRA, S. K. Changes in sugars, starch and amylase activity during development of mango fruit cv. Dashehari. **Journal of Horticultural Science**, Asford, v. 58, n. 3, p. 449-453, July 1983.

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, 643-653, 1997.

TUCKER, G. A.; GRIERSON, D. Synthesis of polygalacturonase during tomato fruit ripening. **Planta**, Berlin, v. 155, n. 1, p. 64-67, 1982.

VALENTE, M. et al. Évaluation non destructive de la fermeté de la mangue par la technique acoustique impulsionnelle. **Fruits**, Paris, v. 55, n. 5, p. 333-345, 2000.

VASQUEZ-SALINAS, C.; LAKSHMINARAYANA, S. Compositional changes in mango fruits during ripening at different storage temperature. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 50, n. 6, p. 1646-1648, Nov./Dec. 1985.

WALLNER, S. J. Apple fruit β -galactosidase and softening in storage. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 103, n. 3, p. 364-366, June 1978.

WICKHAM, L.; MOHAMMED, M. Storage of immature green mango (*Mangifera indica* L.) fruit for processing. **Journal of Food Quality**, Westport, v. 22, n. 1, p. 31-40, Mar. 1999.

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, Aug. 2002.

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**, Washington, v. 32, n. 4, p. 836-838, July/Aug. 1984.

WILLS, R.; McGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. **Introducción a la fisiología y manipulación poscosecha de frutas, hortalizas y plantas ornamentales**. Tradução de J. B. Gonzáles. 2 ed. Zaragoza: Acribia, 1998. 240 p.

YAMASHITA, F. **Armazenamento frigorificado de mangas (*Mangifera indica* L. cv. Keitt) embaladas sob atmosfera modificada**. Campinas, SP. 1995. 142 p.

YAMASHITA, F. Embalagem individual de mangas cv. Tommy Atkins em filme plástico: efeito sobre a vida de prateleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 288-292, ago. 2001.

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.

ZAMBRANO, J.; MATERANO, W.; BRICEÑO, S. Influencia del período de almacenamiento en las características poscosecha de cinco variedades de mango *Mangifera indica* L. **Revista de la Facultad de Agronomía**, Maracaibo, v. 17, n. 2, p. 164-172, mar./abr. 2000.

ANEXOS

	Página	
TABELA 1A	Resumo da análise da variância para massa (kg), dimensões: comprimento (Dc), largura (Dl) e espessura (De) de mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$), por 35 dias. Lavras, MG, 2005.....	120
TABELA 2A	Resumo da análise da variância para perda de massa (PM), firmeza (Firm.), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), pH e relação SS/AT de mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$), por 35 dias. Lavras, MG, 2005.....	121
TABELA 3A	Resumo da análise da variância para pectina total (PT), pectina solúvel (PS), % de solubilização (% de solub.), açúcares solúveis totais (AST), açúcar redutor (AT), açúcar não redutor (ANR), vitamina C (Vit. C) e pectinametilsterase (PME) de mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$), por 35 dias. Lavras, MG, 2005.....	122
TABELA 4A	Resumo da análise da variância para cor da casca do lado verde (CCVdL, CCVda e CCVdb), cor da casca do lado vermelho (CCVmL, CCVma e CCVmb) e cor da polpa (CPL, CPa e CPb) de mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas em temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$), por 35 dias. Lavras, MG, 2005.....	123

ANEXOS

	Página	
TABELA 5A	Resumo da análise da variância para massa (kg), dimensões: comprimento (Dc), largura (Dl) e espessura (De) de mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada e temperatura ambiente por 4 dias. Lavras, MG, 2005.....	124
TABELA 6A	Resumo da análise da variância para perda de massa (PM), firmeza (Firm.), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), pH e relação SS/AT de mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada e temperatura ambiente por 4 dias. Lavras, MG, 2005.....	125
TABELA 7A	Resumo da análise da variância para pectina total (PT), pectina solúvel (PS), % de solubilização (% de solub.), açúcares solúveis totais (AST), açúcar redutor (AT), açúcar não redutor (ANR), vitamina C (Vit. C) pectinametilsterase (PME) e β -D-galactosidase (β -D-gal.) de mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada e temperatura ambiente por 4 dias. Lavras, MG, 2005.....	126
TABELA 8A	Resumo da análise da variância para cor da casca do lado verde (CCVdL, CCVda e CCVdb), cor da casca do lado vermelho (CCVmL, CCVma e CCVmb) e cor da polpa (CPL, CPa e CPb) de mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas em temperatura refrigerada e temperatura ambiente por 4 dias. Lavras, MG, 2005.....	127

TABELA 1A - Resumo da análise da variância para massa (kg), dimensões: comprimento (Dc), largura (DI) e espessura (De) de mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$), por 35 dias. Lavras, MG, 2005.

F.V.	G.L.	Q.M.			
		Massa	Dc	DI	De
Tratamento	2	3345,76 ^{NS}	0,1235 ^{NS}	0,040 ^{NS}	0,006 ^{NS}
Resíduo	51	14026,20	0,340	0,100	0,103
C.V. (%)	-	10,72	4,56	3,70	3,56
Média geral	-	1104,78	12,78	8,55	9,02

NS, *, Teste de F não-significativo e significativo a 5% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 2A - Resumo da análise da variância para perda de massa (PM), firmeza (Firm.), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), pH, relação SS/AT de mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$), por 35 dias. Lavras, MG, 2005.

F.V.	G.L.	Q.M.					
		PM	Firm.	SS	AT	pH	SS/AT
Tratamento	2	3,02*	12759*	0,81*	0,012*	0,005 ^{NS}	20,41*
Dias	5	100,89*	6817,14*	92,42*	0,021*	0,27*	124,96*
Trat. X Dias	10	0,34*	760,94*	1,99*	0,031*	0,009*	8,17*
Resíduo	36	0,007	30,8	0,18	0,001	0,003	0,76
C.V. (%)	-	1,94	4,69	4,09	4,21	1,66	6,89
Média geral	-	4,38	118,22	10,48	0,84	3,54	12,62

NS, *, Teste de F não-significativo e significativo a 5% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 3A - Resumo da análise da variância para pectina total (PT), pectina solúvel (PS), % de solubilização (% de solub.), açúcares solúveis totais (AST), açúcar redutor (AT), açúcar não redutor (ANR), vitamina C (Vit. C) e pectinametilesterase (PME) de mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$), por 35 dias. Lavras, MG, 2005.

F.V.	G.L.	Q.M.							
		PT	PS	% Solub.	AST	AR	ANR	Vit. C	PME
Tratamento	2	0,0006*	0,00077*	19,81*	0,23*	0,168*	0,86*	53,8*	38832,7*
Dias	5	0,0169*	0,00333*	61,07*	56,59*	5,756*	28,32*	132,29*	230035*
Trat. X Dias	10	0,0031*	0,00087*	16,01*	1,09*	0,163*	1,47*	25,31*	48732,7*
Resíduo	36	0,0001	0,00002	0,53	0,03	0,008	0,01	0,84	250,0
C.V. (%)	-	1,90	5,32	4,63	2,68	2,30	4,23	1,46	2,83
Média geral	-	0,58	0,09	15,76	6,87	4,04	2,78	62,7	559,11

NS, *, Teste de F não-significativo e significativo a 5% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 4A - Resumo da análise da variância para cor da casca do lado verde (CCVdL, CCVda e CCVdb), cor da casca do lado vermelho (CCVmL, CCVma e CCVmb) e cor da polpa (CPL, CPa e CPb) de mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada ($10 \pm 1^\circ\text{C}$), por 35 dias. Lavras, MG, 2005.

F.V.	G.L.	Q.M.								
		CCVdL	CCVda	CCVdb	CCVmL	CCVma	CCVmb	CPL	CPa	CPb
Tratamento	2	0,26 ^{NS}	0,22 ^{NS}	33,47*	3,92 ^{NS}	0,89 ^{NS}	0,44 ^{NS}	24,21*	0,11 ^{NS}	70,34*
Dias	5	24,95*	16,44*	67,83*	41,00*	25,91*	4,13*	768,72*	8,53*	124,37*
Trat. X Dias	10	2,23*	0,44 ^{NS}	3,44*	1,80 ^{NS}	1,93 ^{NS}	0,46 ^{NS}	4,18*	0,42*	7,59*
Resíduo	36	0,94	0,64	0,83	3,47	1,21	0,40	0,38	0,09	1,14
C.V. (%)	-	2,36	12,45	4,99	6,21	8,06	12,64	0,87	7,48	2,44
Média geral	-	41,04	6,44	18,26	30,00	13,64	4,98	71,21	3,96	43,63

NS, *, Teste de F não-significativo e significativo a 5% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 5A - Resumo da análise da variância para massa (kg), dimensões: comprimento (Dc), largura (Dl) e espessura (De) de mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada e temperatura ambiente por 4 dias em. Lavras, MG, 2005.

F.V.	G.L.	Q.M.			
		Massa	Dc	Dl	De
Tratamento	2	3330,39 ^{NS}	0,598 ^{NS}	0,087 ^{NS}	0,099 ^{NS}
Resíduo	51	12129,27	0,293	0,101	0,086
C.V. (%)	-	10,28	4,28	3,76	3,27
Média geral	-	1072,00	12,65	8,47	8,96

NS, *, Teste de F não-significativo e significativo a 5% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 6A - Resumo da análise da variância para perda de massa (PM), firmeza (Firm.), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), pH, relação SS/AT de mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada e temperatura ambiente por 4 dias. Lavras, MG, 2005.

F.V.	G.L.	Q.M.					
		PM	Firm.	SS	AT	pH	SS/AT
Tratamento	2	2,12 ^{NS}	257,66*	5,50*	0,083*	0,13*	557,39*
Dias	5	297,58*	25954,65*	118,87*	0,410*	2,83*	3729,82*
Trat. X Dias	10	0,88 ^{NS}	75,58*	59,83*	0,032*	0,05*	387,56*
Resíduo	36	1,28	9,13	8,51	0,001	0,02	5,81
C.V. (%)	-	11,01	7,89	3,55	6,42	3,51	7,28
Média geral	-	10,31	38,31	13,70	0,53	4,07	33,10

NS, *, Teste de F não-significativo e significativo a 5% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 7A - Resumo da análise da variância para pectina total (PT), pectina solúvel (PS), % de solubilização (% de solub.), açúcares solúveis totais (AST), açúcar redutor (AR), açúcar não redutor (ANR), vitamina C (Vit. C), pectinametilesterase (PME) e β -D-galactosidase (β -D-gal.) de mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada e temperatura ambiente por 4 dias. Lavras, MG, 2005.

F.V.	G.L.	Q.M.								
		PT	PS	% Solub.	AST	AR	ANR	Vit. C	PME	β -D-gal.
Tratamento	2	0,01362*	0,02312*	204,08*	3,37*	0,384*	2,20*	44,63*	28387,5*	0,00512*
Dias	5	0,04047*	0,16468*	3868,98*	84,92*	5,059*	50,53*	46,20*	60610,3*	0,07541*
Trat. X Dias	10	0,00310*	0,00618*	217,28*	2,28*	0,130*	2,81*	19,38*	36285,1*	0,00882*
Resíduo	36	0,00008	0,00006	3,53	0,01	0,007	0,02	0,57	200,0	0,00008
C.V. (%)	-	1,54	2,58	3,68	1,17	2,04	2,41	1,35	4,11	11,07
Média geral	-	0,59	0,31	51,11	9,73	4,12	5,56	56,19	344,50	0,08

NS, *, Teste de F não-significativo e significativo a 5% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 8A - Resumo da análise da variância para cor da casca do lado verde (CCVdL, CCVda e CCVdb), cor da casca do lado vermelho (CCVmL, CCVma e CCVmb) e cor da polpa (CPL, CPa e CPb) de mangas 'Palmer' submetidas ao 1-MCP e armazenadas sob temperatura refrigerada e temperatura ambiente por 4 dias. Lavras, MG, 2005.

F.V.	G.L.	Q.M.								
		CCVdL	CCVda	CCVdb	CCVmL	CCVma	CCVmb	CPL	CPa	CPb
Tratamento	2	1,66 ^{NS}	0,13 ^{NS}	12,50*	3,06 ^{NS}	7,08 ^{NS}	6,85*	31,50*	1,73*	2,18*
Dias	5	15,06*	16,65*	102,70*	13,97*	25,86*	6,87*	540,13*	21,66*	682,16*
Trat. X Dias	10	2,02*	0,54*	2,19*	0,91 ^{NS}	1,94 ^{NS}	2,68*	2,91*	0,69*	5,31*
Resíduo	36	0,61	0,13	0,73	0,95	3,36	0,42	0,30	0,11	0,38
C.V. (%)	-	2,04	5,57	4,25	3,38	14,08	11,47	0,80	10,32	1,13
Média geral	-	38,42	6,4	20,06	28,95	13,06	5,65	67,82	3,25	54,71

NS, *, Teste de F não-significativo e significativo a 5% de probabilidade, respectivamente.