

NATHALIE CARDOSO CÁBIA

**ATUAÇÃO DO 1-METILCICLOPROPENO NA PÓS-COLHEITA DE CAQUIS
'RAMA FORTE' E 'KYOTO'**

**Botucatu
2016**

NATHALIE CARDOSO CÁBIA

**ATUAÇÃO DO 1-METILCICLOPROPENO NA PÓS-COLHEITA DE CAQUIS
'RAMA FORTE' E 'KYOTO'**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Energia na Agricultura

Orientador(a): Dr. Rogério Lopes Vieites

Botucatu

2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMEN-TO
DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP
- FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Cábia, Nathalie Cardoso, 1985-

C115a Atuação do 1-metilciclopropeno na pós-colheita de ca-
quis 'Rama Forte' e 'Kyoto' / Nathalie Cardoso Cábia. -
Botucatu : [s.n.], 2016

121 f. : fots. color., grafs., ils. color, tabs.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista,
Fa-culdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2016

Orientador: Rogério Lopes Vieites Inclui

bibliografia

1. Caqui - Pós-colheita. 2. Enzimas. 3. Frutas - Con-
servação. 4. Frutas - Efeito do etileno. I. Vieites, Ro-
gério Lopes. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de
Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciên-
cias Agrônômicas. III. Título.

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"


CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "ATUAÇÃO DO 1- METILCICLOPROPENO NA PÓS-COLHEITA DE CAQUIS 'RAMA FORTE' E 'KYOTO'"


AUTORA: NATHALIE CARDOSO CABIA

ORIENTADOR: ROGÉRIO LOPES VIEITES

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em AGRONOMIA (ENERGIA NA AGRICULTURA), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. ROGÉRIO LOPES VIEITES
Depto de Horticultura / Faculdade de Ciências Agrônomicas - UNESP



Profa. Dra. REGINA MARTA EVANGELISTA
Dep de Horticultura / Faculdade de Ciências Agrônomicas - UNESP



Dra. JULIANA AUDI GIANNONI
Departamento de Ciências dos Alimentos / FACULDADE DE TECNOLOGIA DE MARILIA



Profa. Dra. ERICA REGINA DAIUTO BASTOS
Depto de Agroindústria / INSTITUTO FEDERAL DE SÃO PAULO



Profa. Dra. ELISANGELA MARQUES JERONIMO TORRES
Pólo Regional Centro Oeste / APTA - BAURU/SP

Botucatu, 06 de dezembro de 2016.

Aos meus pais amados,

MARA MAGDA CARDOSO CÁBIA e

WILSON LUIZ CÁBIA,

*pelo dom da vida, oportunidades, ensinamentos, e
por estarem sempre ao meu lado, depositando amor e confiança.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Mara e Wilson pelo amor, compreensão, incentivo e força depositada em mim.

Ao meu noivo e companheiro Thiago pela compreensão, incentivo e carinho.

À Faculdade de Ciências Agrônômicas pela oportunidade de aprendizado e crescimento.

À Fundação CAPES pela ajuda financeira.

Ao Prof. Dr. Rogério Lopes Vieites pela orientação, oportunidade, ensinamentos, confiança e amizade por todos esses anos.

À Agrofresh pelo fornecimento do 1-MCP.

À ESALQ e ao Prof. Ricardo Kluge pelo empréstimo de material para a realização desse trabalho.

Aos amigos do Laboratório de Pós-Colheita Márcia Adriana Garcia, Edson Alves Rosa, Joana Fumes e Flávia Aparecida de Carvalho Mariano Nasser pela ajuda na realização desse trabalho e pelas risadas.

E a todos que indiretamente colaboraram para a realização dessa pesquisa.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mecanismo de ligação do etileno em seu sítio receptor.....	29
Figura 2 - Ligação do 1-MCP ao sítio receptor de etileno.....	30
Figura 3 - Esquema do processo de destanização.....	39
Figura 4 - Frutos acondicionados na caixa onde receberão a aplicação de 1-MCP.....	40
Figura 5 - Caixa hermeticamente fechada para aplicação de 1-MCP.....	40
Figura 6 - 1-MCP sendo inserido na caixa que será hermeticamente fechada...	41
Figura 7 - Índice de adstringência avaliado através da escala de notas Gazmit e Levy (1963).....	44
Figura 8 - Diagrama de cromaticidade e parte do diagrama de cromaticidade a^* , b^*	44
Figura 9 - Taxa respiratória ($\text{mL CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) de caqui 'Rama Forte' não destanizados e tratados com diferentes doses de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	50
Figura 10 - Taxa respiratória ($\text{mL CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) de caqui 'Rama Forte' destanizados e tratados com diferentes doses de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	67
Figura 11 - Taxa respiratória ($\text{mL CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) de caqui 'Kyoto' tratados com diferentes doses de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Perda de massa (%) de caquis 'Rama Forte' não destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	51
Tabela 2 - Teores de açúcares redutores (% de Glicose) de caquis 'Rama Forte' não destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	52
Tabela 3 - Potencial hidrogeniônico (pH) obtidos em caquis 'Rama Forte' não destanizados, submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	53
Tabela 4 - Acidez titulável (g de ácido málico 100g^{-1} de polpa) obtidas em caquis 'Rama Forte' não destanizados, submetidos a diferentes doses de 1-MCP (0, 500, 1000 e 1500 ppb), armazenados à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	54
Tabela 5 - Teor de sólidos solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$) obtidos em caquis 'Rama Forte' não destanizados, submetidos a diferentes doses de 1-MCP (0, 500, 1000 e 1500 ppb), armazenados à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	55
Tabela 6 - Índice de maturação (Ratio) obtidos em caquis 'Rama Forte' não destanizados, submetidos a diferentes doses de 1-MCP (0, 500, 1000 e 1500 ppb), armazenados à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	56
Tabela 7 - Firmeza (N) de caquis 'Rama Forte' não destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	57
Tabela 8 - Índice de adstringência de caqui 'Rama Forte' não destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP, armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	58
Tabela 9 - Ácido ascórbico (mL ác. Ascórbico 100mL^{-1}) em caqui 'Rama Forte' não destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	59
Tabela 10 - Variação da luminosidade em caqui 'Rama Forte' não destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	60

Tabela 11 - Croma em caqui 'Rama Forte' não destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias..	61
Tabela 12 - $^{\circ}\text{Hue}$ em caqui 'Rama Forte' não destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	61
Tabela 13 - Atividade da enzima pectinametilesterase ($\text{UE min}^{-1} \text{g}^{-1}$ de tecido fresco) em caqui 'Rama Forte' não destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	62
Tabela 14 - Atividade da enzima poligalacturonase ($\text{UE min}^{-1} \text{g}^{-1}$ de tecido fresco) em caqui 'Rama Forte' não destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	63
Tabela 15 - Capacidade antioxidante (%) por DPPH obtidos em caquis 'Rama Forte' não destanizados e submetidos à aplicação de 1-MCP e armazenados à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	64
Tabela 16 - Compostos fenólicos totais ($\text{mg ácido gálico } 100\text{g}^{-1}$ polpa) obtidos em caqui 'Rama Forte' não destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	65
Tabela 17 - Atividade da enzima polifenoloxidase ($\text{UE min}^{-1} \text{g}^{-1}$) em caqui 'Rama Forte' não destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	66
Tabela 18 - Perda de massa (%) de caquis 'Rama Forte' destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	68
Tabela 19 - Teores de açúcares redutores (% de glicose) de caquis 'Rama Forte' destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	69
Tabela 20 - Potencial hidrogeniônico (pH) obtidos em caquis 'Rama Forte' destanizados, submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	70
Tabela 21 - Acidez titulável ($\text{g de ácido málico } 100\text{g}^{-1}$ de polpa) obtidas em caquis 'Rama Forte' destanizados, submetidos a diferentes doses de 1-MCP; armazenados à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	71
Tabela 22 - Teor de sólidos solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$) obtidos em caquis 'Rama Forte' destanizados, submetidos a diferentes doses de 1-MCP (0, 500, 1000 e 1500 ppb), armazenados à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	72

Tabela 23 - Índice de maturação (Ratio) obtidos em caquis ‘Rama Forte’ destanzados, submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	73
Tabela 24 - Firmeza (N) de caquis ‘Rama Forte’ destanzado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	74
Tabela 25 - Variação da luminosidade em caqui ‘Rama Forte’ destanzado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	75
Tabela 26 - Croma em caqui ‘Rama Forte’ destanzado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	76
Tabela 27 - $^{\circ}\text{Hue}$ em caqui ‘Rama Forte’ destanzado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	77
Tabela 28 - Atividade da enzima pectinametilesterase ($\text{UE min}^{-1} \text{g}^{-1}$ de tecido fresco) em caqui ‘Rama Forte’ destanzado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	78
Tabela 29 - Atividade da enzima poligalacturonase ($\text{UE min}^{-1} \text{g}^{-1}$ de tecido fresco) em caqui ‘Rama Forte’ destanzado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	79
Tabela 30 - Capacidade antioxidante (%) por DPPH obtidos em caquis ‘Rama Forte’ destanzados e submetidos à aplicação de 1-MCP e armazenados à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	80
Tabela 31 - Compostos fenólicos totais ($\text{mg ácido gálico } 100\text{g}^{-1}$ polpa) obtidos em caqui ‘Rama Forte’ destanzado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	81
Tabela 32 - Atividade da enzima polifenoloxidase ($\text{UE min}^{-1} \text{g}^{-1}$) em caqui ‘Rama Forte’ destanzado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	82
Tabela 33 - Perda de massa acumulada (%) de caquis ‘Kyoto’ submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	83
Tabela 34 - Teores de açúcares redutores (% de Glicose) de caquis ‘Kyoto’ submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	85

Tabela 35 - Potencial hidrogeniônico (pH) obtidos em caquis 'Kyoto', submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	86
Tabela 36 - Acidez titulável (g de ácido málico 100g^{-1} de polpa) obtidas em caquis 'Kyoto', submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	87
Tabela 37 - Teor de sólidos solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$) obtidos em caquis 'Kyoto', submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	88
Tabela 38 - Índice de maturação (Ratio) obtidos em caquis 'Kyoto', submetidos a diferentes doses de 1-MCP (0, 500, 1000 e 1500 ppb), armazenados à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	89
Tabela 39 - Firmeza (N) de caquis 'Kyoto' submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	90
Tabela 40 - Variação da luminosidade em caqui 'Kyoto' submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	91
Tabela 41 - Croma em caqui 'Kyoto' submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	92
Tabela 42 - $^{\circ}\text{Hue}$ em caqui 'Rama Forte' destanzado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	93
Tabela 43 - Atividade da enzima pectinametilesterase ($\text{UE min}^{-1} \text{g}^{-1}$ de tecido fresco) em caqui 'Kyoto' submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	94
Tabela 44 - Atividade da enzima poligalacturonase ($\text{UE min}^{-1} \text{g}^{-1}$ de tecido fresco) em caqui 'Kyoto' submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	95
Tabela 45 - Capacidade antioxidante (%) obtidos em caquis 'Kyoto' submetidos à aplicação de 1-MCP e armazenados à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	96
Tabela 46 - Compostos fenólicos totais ($\text{mg ácido gálico } 100\text{g}^{-1}$ polpa) obtidos em caqui 'Kyoto' submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....	97

Tabela 47 - Atividade da enzima polifenoloxidase ($\text{UE min}^{-1} \text{g}^{-1}$) em caqui 'Kyoto' submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.....98

SUMÁRIO

RESUMO	15
SUMMARY.....	16
1 INTRODUÇÃO.....	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
2.1 Aspectos gerais da cultura do caqui.....	19
2.2 Fisiologia e pós-colheita do caqui.....	21
2.3 Adstringência.....	23
2.4 Métodos de conservação pós-colheita do caqui.....	26
2.4.1 1-Metilciclopropeno (1-MCP).....	27
2.4.2 Refrigeração.....	36
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	37
3.1 Matéria-prima.....	37
3.2 Experimentos.....	38
3.2.1 Experimento 1	38
3.2.2 Experimento 2	38
3.2.3 Experimento 3	38
3.3 Destanização.....	38
3.4 Aplicação de 1-MCP.....	39
3.5 Análises.....	41
3.6 Grupo destrutivo.....	42
3.6.1 Potencial hidrogeniônico (pH).....	42
3.6.2 Acidez titulável (AT).....	42
3.6.3 Sólidos Solúveis (SS).....	42
3.6.4 Índice de maturação (Ratio).....	42
3.6.5 Firmeza	42
3.6.6 Índice de adstringência	42
3.6.7 Ácido ascórbico	43
3.6.8 Açúcares Redutores (AR).....	43
3.6.9 Avaliação da cor instrumental	43
3.6.10 Determinação da atividade de pectinametilesterase (PME)	45

3.6.11	Determinação da atividade de poligalacturonase (PG).....	45
3.6.12	Atividade Polifenoloxidase (PFO)	46
3.6.13	Capacidade antioxidante e compostos fenólicos totais	46
3.6.13.1	Preparo do extrato etanólico da polpa	46
3.6.13.2	Compostos fenólicos totais	47
3.6.13.3	Atividade antioxidante	47
3.7	Grupo controle.....	48
3.7.1	Perda de massa.....	48
3.7.2	Respiração.....	48
3.8	Delineamento estatístico.....	49
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	50
4.1	Experimento 1 – Aplicação de 1-MCP em caqui ‘Rama Forte’ não destanizado	50
4.1.1	Atividade Respiratória.....	50
4.1.2	Perda de massa	51
4.1.3	Açúcares redutores (AR)	52
4.1.4	Potencial Hidrogeniônico (pH)	52
4.1.5	Acidez Titulável (AT)	53
4.1.6	Sólidos Solúveis (SS).....	54
4.1.7	Índice de Maturação (Ratio).....	55
4.1.8	Firmeza.....	56
4.1.9	Índice de Adstringência.....	57
4.1.10	Ácido Ascórbico.....	58
4.1.11	Cor.....	60
4.1.12	Pectinametilesterase (PME)	62
4.1.13	Poligalacturonase (PG).....	63
4.1.14	Atividade Antioxidante	63
4.1.15	Compostos Fenólicos Totais.....	64
4.1.16	Polifenoloxidase (PFO).....	65
4.2	Experimento 2 – Aplicação de 1-MCP em caqui ‘Rama Forte’ destanizado.....	66
4.2.1	Atividade Respiratória	66
4.2.2	Perda de Massa	67

4.2.3	Açúcares redutores (AR)	69
4.2.4	Potencial Hidrogeniônico (pH).....	70
4.2.5	Acidez Titulável (AT)	70
4.2.6	Sólidos Solúveis (SS)	71
4.2.7	Índice de Maturação (Ratio)	73
4.2.8	Firmeza.....	74
4.2.9	Cor.....	75
4.2.10	Pectinametilesterase (PME).....	77
4.2.11	Poligalacturonase (PG).....	78
4.2.12	Atividade Antioxidante.....	79
4.2.13	Compostos Fenólicos Totais.....	80
4.2.14	Polifenoxidase (PFO).....	81
4.3	Experimento 3 – aplicação de 1-MCP em caqui ‘Kyoto’.....	82
4.3.1	Atividade Respiratória.....	82
4.3.2	Perda de Massa	83
4.3.3	Açúcares Redutores (AR)	84
4.3.4	Potencial Hidrogeniônico (pH).....	85
4.3.5	Acidez Titulável (AT).....	86
4.3.6	Sólidos Solúveis (SS).....	87
4.3.7	Índice de Maturação (Ratio).....	89
4.3.8	Firmeza.....	90
4.3.9	Cor.....	91
4.3.10	Pectinametilesterases (PME).....	94
4.3.11	Poligalacturonase (PG).....	95
4.3.12.1	Atividade Antioxidante.....	96
4.3.13	Compostos Fenólicos Totais.....	97
4.3.14	Polifenoxidase (PFO).....	98
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	100
6	CONCLUSÕES.....	102
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	103
	APÊNDICE	118

RESUMO

O caqui é um fruto climatérico altamente perecível, e para estender o período de sua comercialização se faz necessário o uso de métodos de conservação pós-colheita. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade físico-química e enzimática de caquis 'Rama Forte' e 'Kyoto' tratados com 1-metilciclopropeno (1-MCP). Os frutos após a colheita foram selecionados e expostos a diferentes concentrações de 1-MCP (0 ppb, 500 ppb, 1000 ppb e 1500 ppb) e após o procedimento foram armazenados sob refrigeração a $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ de UR. Foram realizadas análises de perda de massa fresca, taxa respiratória, acidez titulável, potencial hidrogênioônico (pH), sólidos solúveis, índice de maturação ("Ratio"), firmeza, índice de adstringência, ácido ascórbico, açúcares redutores, coloração, capacidade antioxidante, compostos fenólicos totais, atividade das enzimas polifenoloxidase (PFO), poligalacturonase (PG) e pectinametilesterase (PME). As análises foram realizadas nos frutos a cada 7 dias, ao longo de 35 dias de armazenamento refrigerado. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com 3 repetições por tratamento. Nas condições em que o trabalho foi realizado pode-se concluir que a aplicação de 1-MCP associada ao armazenamento refrigerado foi eficiente no controle do amadurecimento dos caquis 'Rama Forte' e 'Kyoto'. Em caquis 'Rama Forte' não destanizados a dose que apresentou melhores resultados foi a de 1500 ppb de 1-MCP. Em caquis 'Rama Forte' submetidos à destanização o 1-MCP, independente da dose, mostrou-se eficiente. Já em caquis 'Kyoto', a dose que apresentou melhores resultados foi a de 1500 ppb de 1-MCP.

Palavras chave: *Diospyros kaki* L., qualidade, enzimas, inibição de etileno, pós-colheita.

SUMMARY

Persimmon is a highly perishable climacteric fruit, and to extend the commercialization period, is necessary to apply post-harvest conservation techniques for its marketing. The objective of this work was to evaluate the physical-chemical and enzymatic quality of 'Rama Forte' and 'Kyoto' persimmons using 1-methylcyclopropene (1-MCP). Harvested fruits were selected and exposed to different concentrations of 1-MCP (0 ppb, 500 ppb, 1000 ppb and 1500 ppb) and then, they were stored under refrigeration at $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ and $90 \pm 5\%$ RH. Analyses were conducted to determine the weight loss, respiration, titratable acidity, pH, soluble solids, maturation index ("Ratio"), firmness, astringency index, reducing sugar, ascorbic acid, antioxidant activity for DPPH, total phenolic compounds, polyphenol oxidase activity, polygalacturonase and pectin. The analyzes were carried out on the fruits every 7 days, during 35 days of refrigerated storage. The experiment was completely randomized, with three replicates each treatment. Under conditions in which the work performed can be concluded that the application of 1-MCP associated with cold storage was effective in ripening controlling of 'Rama Forte' and 'Kyoto' persimmons. In persimmons 'Rama Forte' with tannin, the dose that presented the best results was 1500 ppb of 1-MCP. In 'Rama Forte' persimmons submitted to destannization 1-MCP, regardless of the dose, was efficient. In 'Kyoto' persimmons, the dose that presented the best results was 1500 ppb of 1-MCP.

Key words: *Diospyros kaki* L., quality, enzymes, ethylene inhibitor, post-harvest

1 INTRODUÇÃO

Frutos de caqui caracterizam-se por sua alta perecibilidade. O desenvolvimento e a adaptação de tecnologias de conservação do fruto e seus produtos permitirão a ampliação da capacidade de produção, alcançando melhores condições de competitividade tanto no mercado interno, quanto no mercado externo.

O caquizeiro, *Diospyros kaki* L., foi introduzido no Brasil no final do século XIX, em São Paulo, mas sua expansão só ocorreu a partir de 1920 com a grande leva de imigrantes japoneses, que trouxeram a tradição do consumo e o conhecimento sobre a cultura da planta, além de diversas cultivares. No Brasil o caqui aclimatou-se muito bem e passou a frutificar ainda melhor que nos países de sua origem, tornando-se assim produto de importante exploração comercial (SILVA; TASSARA, 2005).

O interesse pela cultura encontra justificativa, além de sua perfeita adaptação às nossas condições ecológicas, no fato de ser o caqui uma fruta de grande agrado popular e, também, de ser o caquizeiro uma planta rústica, vigorosa e produtiva, cuja condução apresenta menores problemas que a de outras frutíferas, sobretudo as de clima temperado (MARTINS; PEREIRA, 1989). Os frutos apresentam boa aceitação no mercado, excelente sabor, aparência e qualidade nutricional, sendo boa fonte de fibras, carboidratos (VASCONCELOS, 2000), vitaminas e sais minerais (WRIGHT; KADER, 1997).

No entanto, apesar de ser um fruto muito apreciado pelo sabor e características nutricionais, apresenta alguns problemas de comercialização e pós-colheita. Entre eles está o curto período de safra, que se inicia no mês de março estendendo-se até fins de maio, onde a grande oferta desvaloriza o produto, tornando a cultura pouco rentável (MARTINS; PEREIRA, 1989).

Outra dificuldade consiste em que os frutos, na ausência de sementes, preservem a adstringência, mesmo quando amadurecidos, necessitando portanto, de um processo artificial para a remoção desta, denominado destanização. O inconveniente de se acelerar o processo de amadurecimento, para promover a /destanização dos frutos, é a diminuição da vida de prateleira do produto (EDAGI; KLUGE, 2009).

A alta perecibilidade dos frutos, devido à continuidade dos processos metabólicos na fase pós-colheita, juntamente com procedimentos inadequados aplicados à colheita, assim como ao transporte e armazenamento são os principais responsáveis pelo comprometimento da qualidade dos mesmos (CARVALHO et al., 2001). Assim, o desenvolvimento e adoção de técnicas na pós-colheita tem sido de fundamental importância para adequar os diferentes frutos às exigências do mercado interno e externo, assim como facilitar a logística do envio de frutos a localidades mais distantes no próprio país e abastecer regularmente o mercado interno (PEROSA; PIERRE, 2002).

A técnica que tem sido mais utilizada para prolongar a conservação de frutos é o armazenamento em baixas temperaturas logo após a colheita. A redução da temperatura faz com que as atividades metabólicas, especialmente associadas à respiração e senescência, ocorram mais lentamente. A diminuição da taxa respiratória é o principal processo fisiológico de conservação pós-colheita, e propicia redução nas perdas de características físicas e físico-químicas, tais como aroma, sabor, textura, cor e outros atributos de qualidade dos frutos (BRON; JACOMINO; APPEZZATO-DA-GLORIA, 2002).

Entretanto, mesmo sob condições adequadas de temperatura e umidade relativa não se obtém conservação satisfatória por longo período, devido às perdas de massa, firmeza e incidência de podridões (PICANÇO, 2009).

A adoção de outras técnicas tem sido estudadas e aplicadas como forma de minimizar o efeito do amadurecimento, dentre as quais a aplicação de 1-metilciclopropeno (1-MCP) nos frutos. O 1-MCP atua ligando-se aos sítios receptores de etileno nas membranas celulares, impedindo a atuação do etileno no amadurecimento dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Diante disso, objetivou-se avaliar a qualidade físico-química e enzimática de caquis 'Rama Forte' e 'Kyoto' tratados com 1-MCP armazenados sob refrigeração.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aspectos gerais da cultura do caqui

O caquizeiro é originário da Ásia, onde é cultivado há séculos, notadamente na China e no Japão. Espalhou-se para quase todas as regiões de clima temperado e sub-tropical do mundo (MARTINS; PEREIRA, 1989). Pertence à família botânica das Ebanáceas, cujas espécies que produzem frutos comestíveis pertencem ao gênero *Diospyros*, que em grego quer dizer “alimento dos deuses”. Entre eles, o caqui, *Diospyros kaki* L. é o fruto de maior importância econômica (SILVA; TASSARA, 2005).

O caquizeiro perde as folhas completamente no inverno e, mesmo não sendo muito exigente com relação ao frio, sua produção melhora consideravelmente em anos de inverno mais intenso. A árvore suporta bem o calor, desde que o inverno seja frio e ocorra na época certa. Por isso, adaptou-se tão bem às condições edafoclimáticas dos estados de São Paulo, Paraná, Rio Grande do sul, além das regiões serranas de Minas Gerais e do Espírito Santo (SILVA; TASSARA, 2005).

Geralmente os caquizeiros são dioicos, isto é, algumas árvores possuem apenas flores masculinas enquanto outras as têm somente femininas. Por exceção há caquizeiros monóicos, portanto portadores de flores masculinas e femininas, as variedades plantadas com finalidades comerciais em regra apenas possuem flores femininas, com raras exceções (GOMES, 2007).

Quase todas as variedades de caquizeiro frutificam sem que as flores femininas sejam polinizadas. Em consequência, os frutos são desprovidos de sementes. Se há caquizeiros com flores masculinas no pomar ou nas proximidades, dá-se pelo menos parcialmente a fecundação das flores femininas do que redundam frutos com sementes. Em algumas variedades os caquis provenientes de flores fecundadas diferem na cor e no sabor dos provenientes de flores não fecundadas (GOMES, 2007).

Os frutos apresentam-se sob várias formas, como globoso, ovoide, achatado, etc. A cor da casca varia de amarelo a vermelho e, a da polpa, que geralmente é amarelada, em certos casos, pode variar em função da presença ou não de

sementes. As sementes, quando presentes, são de forma ovoide, achatada lateralmente e de cor castanhas. O fruto verde é rico em tanino, que, com a maturação se transforma em açúcar ou é consumido na respiração (MARTINS; PEREIRA, 1989).

O fórum paulista de fruticultura deu nomes definitivos às variedades de caquizeiros cultivadas no Brasil e agrupou-as em três tipos: Sibugaki, Amagaki e Variável (GOMES, 2007)

O tipo Sibugaki compreende as variedades de polpa sempre taninosa e de cor amarelada, quer os frutos apresentem ou não sementes (MARTINS; PEREIRA, 1989). Para a comercialização os frutos precisam ser tratados, para retirar o sabor adstringente. Os principais são: Taubaté, Pomelo, Rubi, Coração de boi, Regina, Costata, etc (PENTEADO, 1986).

O tipo Amagaki abrange as variedades sempre não taninosas, de polpa amarelada, tenham os frutos sementes ou não. São os chamados caquis doces ou duros (MARTINS; PEREIRA, 1989) e podem ser consumidos sem nenhum tratamento (SILVA; TASSARA, 2005). Fazem parte desse grupo as variedades Jiró, Fuyu, Fuyugaki e outras.

O tipo Variável inclui as variedades de polpa taninosa e de cor amarelada, quando sem sementes, por outro lado, não taninosa, parcial ou totalmente, quando apresentam uma ou mais sementes. Quando as sementes são numerosas a polpa é de cor escura, enquanto nos frutos com poucas sementes, a tonalidade escura aparece apenas ao redor delas. Este é o tipo dos caquis popularmente chamados 'chocolate'. As principais variedades são Rama Forte, Kyoto, Giombo, Luiz de Queirós, Chocolate, entre outras (MARTINS; PEREIRA, 1989; GOMES, 2007).

Segundo a FAO (2014), o Brasil é o quarto maior produtor mundial de caqui, ficando atrás da China, Coréia do Sul e Japão. O Brasil possuía em 2013, 8.554 hectares cultivados e produziu 173.169 toneladas de caquis (IBGE 2013). O maior produtor de caqui no Brasil é o Estado de São Paulo, sendo responsável por 45% da produção nacional, atendendo ao mercado interno e externo (IBGE) especialmente em regiões do Vale do Paraíba, de Campinas, de Sorocaba e da grande SP, destinando-se basicamente ao mercado interno (SILVA; TASSARA, 2005).

A colheita de caquis nas regiões Sul e Sudeste ocorre nos meses de fevereiro a maio, ocorrendo grande aumento da oferta no mercado, desvalorizando a fruta (BRACKMANN et al., 1997).

Segundo Silva e Tassara (2005), os cultivares de caquis mais explorados comercialmente no Brasil variam de acordo com as regiões em que são produzidos. No estado de São Paulo prevalecem as variedades Taubaté e Rama Forte (macios ou moles) e Fuyu (crochantes ou duros), enquanto que no Rio Grande do Sul, os caquis mais produzidos são Fuyu e Kyoto (macios ou moles). Para o mercado internacional, o cultivar mais importante é o Fuyu, sendo exportado pelo Brasil para a Europa ainda em pequena escala.

Os frutos Rama Forte pertencem ao grupo 'Variável', cujo cultivo vem se expandindo em nosso estado, produz mais de 80% dos frutos sem sementes, e portanto taninosos. São de tamanho médio a grande, de formato achatado, bem consistentes mesmo após o processo de destanização e de sabor bastante agradável. Nos frutos sem semente a polpa é amarela escura, tendendo para parda, tipo 'chocolate', quando com semente em grande número. A colheita se estende de fins de março a fins de maio. As plantas são vigorosas e muito produtivas. Este cultivar apresenta maiores vantagens em relação ao Taubaté, porque o fruto tem maior resistência ao transporte. Conserva-se até 10 dias após o tratamento de destanização e apresenta maior produtividade, que ultrapassa a do Taubaté. Mostra maior resistência ao quebramento dos galhos, apesar de precisar também de escoramento (PENTEADO, 1986; MARTINS; PEREIRA, 1989).

O cultivar Kyoto produz frutos de tamanho médio a grande, polpa tipo "chocolate" não taninosa e com sementes; sua produção é mais tardia que a do Fuyu e a aceitação pelos consumidores é muito boa (FIORAVANÇO; PAIVA, 2007).

2.2 Fisiologia pós-colheita do caqui

O estágio de maturação é definido como o desenvolvimento dos frutos, compreendendo uma inter-relação de mudanças bioquímico-moleculares, o que resulta em alterações fisiológicas e fenotípicas facilmente perceptíveis, como é o caso da coloração (degradação da clorofila e/ou síntese de outros pigmentos),

solubilização de pectinas (aumento da fragilidade e amolecimento dos tecidos), formação de ceras na epiderme, melhoria do sabor, pela síntese e bioconversão de carboidratos e ácidos orgânicos, síntese/polimerização/condensação de compostos fenólicos, e da produção de substâncias voláteis (NEVES, 2009).

O estágio de maturação em que os frutos são colhidos pode ser um fator determinante na qualidade do fruto a ser oferecido ao consumidor. Os frutos colhidos verdes, além de pouca qualidade, têm alto índice de perda de água e são muito suscetíveis às desordens fisiológicas, já quando colhidos muito amadurecidos, podem entrar rapidamente em senescência (MANICA et al., 2000).

A determinação do ponto de colheita do caqui baseia-se na coloração da casca. Segundo Gomes (2007), no processo de maturação, a coloração verde dos frutos vai-se tornando de um amarelo avermelhado cada vez mais intenso. Para o consumo doméstico, colhem-se caquis maduros, já quando a finalidade é comercial colhem-se frutos incompletamente maduros. Segundo Penteado (1986) os cultivares pertencentes aos grupos 'Amagaki' e 'Variável' são colhidos quando apresentam tonalidade amarelo-esverdeado, enquanto que nos do grupo 'Sibugaki' a coloração típica é vermelho-alaranjada.

O caqui é um fruto climatérico com baixa taxa respiratória ($5-10 \text{ mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$, à 5°C ; $30-40 \text{ mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$, à 25°C amadurecendo após a colheita, assim como maçã, pêsego e manga, entre outras frutas, que por serem climatéricas podem sofrer o processo de amadurecimento fora da planta-mãe (HARDENBURG; WATADA; WANG, 1986). O pico na taxa respiratória dos frutos está relacionado à subsequentes mudanças na textura, cor, aroma, sabor, tornando-os comestíveis. Encontra-se uma correlação entre a respiração e a produção de etileno, entretanto, pesquisas mostram que é baixa a produção de etileno de caquis ($0,1-1,0 \mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$, à 20°C) (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Após a colheita, os frutos climatéricos continuam passando por alterações enzimáticas e metabólicas, o que acarreta modificações físicas e químicas ao produto. Essas alterações podem resultar na redução da qualidade, depreciação da aparência e diminuição do valor comercial do fruto. Associados a isso, existem também as perdas quantitativas e qualitativas ocasionadas pelo desenvolvimento de agentes patogênicos, muitas vezes inviabilizando o aproveitamento do produto (NEVES, 2009). As perdas pós-colheita que ocorrem durante o armazenamento de

caquis se devem, em maior importância, ao excesso de maturação, perda de firmeza, podridões e à incidência de escurecimento da casca dos frutos (SILVA et al., 2011)

Pesquisas anteriores evidenciaram a possibilidade de se poder estender a vida pós-colheita do caqui, através do uso da refrigeração, permitindo assim um aumento no período de comercialização, o que é bastante vantajoso tendo em conta que a entrada no mercado de grandes quantidades do produto, em curtos períodos de tempo, leva os preços a níveis bastante baixos, invariavelmente (MARTINS; PEREIRA, 1989). A conservação do caqui depende do grau de maturação dos frutos, da variedade que está sendo armazenada e das condições de temperatura e umidade relativa estabelecidas na câmara frigorífica (MARTINS; PEREIRA, 1989). Quando a temperatura de conservação é de 0°C e umidade relativa de 90% o 'Rama-Forte', por exemplo, conserva-se por 30 dias, perdendo tanino em 15 dias (PENTEADO, 1986).

2.3 Adstringência

A adstringência é uma característica comum em frutos imaturos de caqui e tem sido o maior problema na qualidade dos caquis, merecendo atenção em muitas pesquisas (TAYLOR, 1993). Os caquis do tipo 'Sibugaki' e os do tipo 'Variável', quando sem sementes, apresentam polpa taninosa, mesmo quando maduros. Em razão disso, após a colheita, precisam ser tratados para que seja eliminada a adstringência, desagradável ao paladar (MARTINS; PEREIRA, 1989).

Segundo Antonioli (1999), a necessidade de obtenção de frutos destanizados em um curto período de tempo, associada à manutenção da firmeza da polpa durante a vida pós-colheita, tem conduzido à procura por agentes práticos e eficientes, capazes de promover a remoção da adstringência e manter as qualidades desejáveis dos mesmos. Em razão disso, são usadas as câmaras de maturação, onde as substâncias mais empregadas para a destanização são: o acetileno produzido pela hidratação do carbureto de cálcio, o monóxido de carbono resultante da combustão de serragem, vapores de álcool e etileno.

O tempo e a temperatura do processo de destanização dependem da variedade, do ponto de maturação e da distância do mercado. O tratamento de

diferentes variedades concomitantemente deve ser evitado, pois cada uma tem um comportamento muito diferente no processo de destanização. Quanto maior a distância do mercado consumidor e o ponto de maturação na colheita, menor deverá ser o tempo de tratamento. A temperatura dentro da estufa deve ficar entre 22 a 28°C, nunca devendo ultrapassar 32°C, pelo risco de prejudicar os frutos (PENTEADO, 1986).

Para consumo doméstico, o tratamento mais usado é o com ácido acético, que consiste em colocar uma colher de chá de vinagre no cálice dos frutos recém colhidos e dispostos em bandejas e tabuleiros. Esse processo confere bom sabor aos frutos e elimina a adstringência em cerca de 4 dias. Outra técnica que apresenta bons resultados, é quando se mergulha ligeiramente o cálice dos frutos em uma vasilha rasa contendo álcool, sendo os frutos colocados em um local suficientemente quente, onde permanecem por até uma semana, dependendo da variedade (MARTINS; PEREIRA, 1989).

No caso de culturas comerciais, no entanto, o fruticultor deve estar aparelhado para poder realizar a destanização de grandes quantidades de frutos, construindo para isso as chamadas estufas ou câmaras de maturação, onde os caquis serão submetidos a tratamento com acetileno produzido pela hidratação do carbureto de cálcio, monóxido de carbono resultante da combustão de serragem, vapores de álcool e etileno (MARTINS; PEREIRA, 1989).

O tratamento com carbureto é um processo bastante empregado nas regiões produtoras, mesmo que exija certos cuidados pelo fato de o acetileno produzido ser explosivo (MARTINS; PEREIRA, 1989). Segundo Penteado (1986), esse processo consiste na combustão de carbureto de cálcio com a água tendo o desprendimento do gás acetileno e grandes quantidades de calor, sendo a destanização verificada após 7 a 15 horas de tratamento, dependendo da variedade e do ponto de maturação do fruto. De acordo com Martins e Pereira (1989), os caquis tratados através desse processo, de um modo geral ficam com a polpa mole, não tendo boa conservação, devendo ser consumidos dentro de uma semana.

O tratamento com serragem é um método que também dá bons resultados. É um processo muito conhecido, baseado na combustão lenta da serragem com um pouco de salitre. Com a queima há o desprendimento de monóxido de carbono, que provoca a destanização do caqui (PENTEADO, 1986). Deve durar de 15 a 24

horas, mas da mesma forma que no caso anterior, os caquis tratados com monóxido de carbono ficam com a polpa mole, devendo ser consumidos rapidamente (MARTINS; PEREIRA, 1989).

O tratamento com etanol também é recomendado. Segundo Martins e Pereira (1989), embora seja um tratamento pouco usado, é o que obtém melhores resultados, pelo fato de os frutos tratados apresentarem polpa firme, conservando-se em boas condições por um período maior de tempo. Segundo Penteado (1986), nesse processo os frutos se apresentam mais doces, coloridos e com ótimo período de conservação. A única desvantagem desse tratamento é a sua longa duração, sendo necessário que o produtor disponha de uma série de estufas para que não seja prejudicado o escoamento da produção (MARTINS; PEREIRA, 1989). A destanização com álcool consiste no armazenamento dos frutos em câmaras sob condições que propiciem a evaporação do álcool. A penetração do álcool no fruto ocorre através da superfície da casca e aumenta, proporcionalmente, em função de sua concentração na atmosfera da câmara (KATO, 1987). Após a absorção, o etanol é transformado em acetaldeído pela ação da enzima álcool desidrogenase (OSHIDA; YONEMORI; SUGIURA, 1996). O acetaldeído formado reage com os taninos solúveis, causando sua polimerização, tornando-os assim insolúveis (ITO, 1971).

O desaparecimento natural do tanino em variedades não adstringentes é feito através do etanol e acetaldeído produzidos pela semente durante os primeiros estádios do amadurecimento (SUGUIRA; TOMANA, 1983).

O gás etileno vem sendo muito utilizado atualmente no processo de destanização por apresentar maior segurança que o acetileno e por permitir o tratamento em várias estufas, simultaneamente, com o mesmo equipamento (PENTEADO, 1986). Segundo Martins e Pereira (1989) a dose a ser empregada varia com o ponto de maturação dos frutos, sendo o gás injetado uma ou duas vezes no interior da estufa. O período de tratamento depende da distância do mercado consumidor e da temperatura ambiente, temperaturas em torno de 17°C, gasta-se mais de 12 horas de tratamento, enquanto que temperaturas superiores a 25°C o tempo de tratamento é inferior a 12 horas (PENTEADO, 1986).

A classificação e embalagem podem ser feitas antes da destanização, de modo que os caquis são armazenados nas câmaras já nas embalagens em que seguirão para o mercado (MARTINS; PEREIRA, 1989).

2.4 Métodos de conservação pós-colheita para o caqui

Algumas técnicas vem sendo utilizadas para estender a vida de prateleira das frutas e hortaliças, podemos citar entre elas o armazenamento refrigerado, uso de embalagens adequadas, aumento da umidade relativa do ar, atmosfera modificada e aplicação de cloreto de cálcio (LEMOS et al., 2008).

A baixa temperatura reduz o metabolismo dos frutos durante o período pós-colheita, sendo assim, pode ser considerado como fator importante na manutenção da qualidade de caquis (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Segundo Brackmann e Saquet (1995), a temperatura próxima de 0°C é eficiente na redução da taxa respiratória, retardando a senescência dos frutos. Brackmann, Mazaro e Saquet (1997), verificaram que caquis da variedade 'Fuyu' e 'Rama Forte' mantiveram-se mais firmes e com menores percentuais de escurecimento da epiderme quando armazenados a 0°C. No entanto, Ferri e Rombaldi (2004) observaram que caquis "Fuyu" enquanto na câmara frigorífica, apresentaram boas condições, mas que após serem retirados dessas condições apresentaram significativa perda de firmeza de polpa resultando em frutas completamente amolecidas 2 a 3 dias após.

Além da utilização de baixas temperaturas, há outros métodos de conservação que podem ser utilizados na pós-colheita de caqui. Concomitantemente à baixa temperatura pode ser utilizada atmosfera controlada ou modificada, que quando empregada adequadamente pode trazer melhores benefícios no tempo de armazenamento dos frutos (SPAGNOL; ROCHA, PRK, 1994).

Segundo estudos feito por Ferri et al. (2007) em caquis 'Fuyu' os resultados de frutos submetidos à atmosfera controlada (temperatura de $0 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $92 \pm 5\%$, com 3 kPa de O_2 e 8 kPa de CO_2) apresentou-se superior à atmosfera modificada e ao armazenamento somente refrigerado, prolongando a conservação, em média, em 7 semanas em relação à atmosfera refrigerada, e 1,5 semanas em relação à atmosfera modificada.

Brackmann e Saquet (1995), verificaram que caquis 'Taubaté', 'Bauru' e 'Fuyu' apresentaram maior firmeza da polpa e menor incidência de podridões em condições de atmosfera controlada (-0,5°C e 8% CO₂/ 2% O₂) durante um armazenamento de 85 dias. Segundo os autores, o processo de amadurecimento ocorreu de forma normal durante o período de armazenamento proporcionando firmeza da polpa ideal para o consumo após cinco dias da retirada dos frutos da câmara.

A utilização de cálcio é outro método que pode ser empregado, já que ele apresenta grande influência na manutenção da consistência dos frutos por participar de maneira efetiva na preservação da integridade e funcionalidade das membranas celulares. Segundo Awad (1993), aplicações de cálcio nos frutos produzem efeitos positivos tanto no adiantamento do amadurecimento e da senescência, mediante a diminuição da respiração e da produção de etileno, como no controle de distúrbios fisiológicos e na conservação dos frutos. Porém, segundo Moraes et al. (2011), a aplicação de cloreto de cálcio em caqui 'Giombo' não apresentou incrementos positivos na manutenção da qualidade pós-colheita nas concentrações de 0,5%; 1%; 2% e 3%.

Outras metodologias vem sendo estudadas para minimizar os efeitos do amadurecimento e perdas pós-colheita, entre elas a aplicação de 1-MCP.

2.4.1 1-Metilciclopropeno (1-MCP)

Algumas substâncias são conhecidas por atuarem como antagonistas do etileno. Essas substâncias são divididas em inibidores da síntese e inibidores de atividade desse hormônio. Do primeiro grupo fazem parte substâncias como o cobalto, o ácido amino oxiacético (AOA), triazóis como uniconazole, o paclobutrazol. Como inibidores da atividade são utilizadas altas concentrações de CO₂, compostos a base de prata, como o nitrato ou o tiosulfato e o 1-metilciclopropeno (1-MCP), que compete com o etileno pelo seu sítio receptor, diminuindo assim a atividade desse hormônio (RODRIGUES; ONO, 2001).

Estudos sobre o 1-MCP tem sido realizados visando a extensão da vida pós-colheita e manutenção da qualidade de produtos vegetais, pois esse produto inibe temporariamente a ação do etileno, retardando assim o amadurecimento dos frutos.

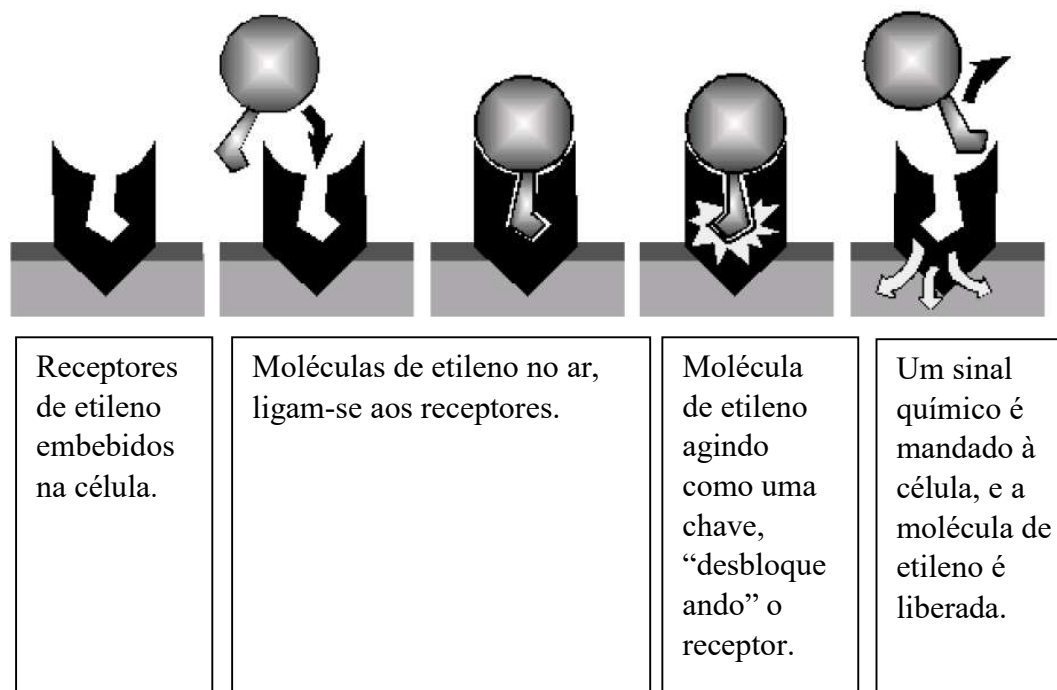
Liberado para uso em vários países, incluindo o Brasil, o 1-MCP é um produto promissor para utilização na pós-colheita de produtos vegetais. A aplicação do produto deve ser realizada dentro de câmaras de armazenamento, pela mistura do pó com água, o que permite a liberação do gás (PINHEIRO; VILAS BOAS; MESQUITA, 2005).

O 1-MCP é um regulador vegetal aprovado pela Environmental Protection Agency (EPA), patenteado em 1996 e liberado em 1999, para uso em plantas ornamentais, comercializado então sob o nome de 'EthylBloc' pela Floralife. O uso de 1-MCP para produtos vegetais comestíveis foi desenvolvido pela AgroFresh, sendo comercializado com o nome de 'SmartFresh' (EPA, 2002). O produto vem sendo testado em pós-colheita de diferentes frutos e em produtos hortícolas, visando impedir a ação do etileno sobre o amadurecimento (CHITARRA; CHITARRA, 2005). O 1-MCP apresenta modo de ação não tóxico, não residual e é ativo em baixas concentrações (EPA, 2002).

O etileno promove aceleração do amadurecimento e senescência de frutos climatéricos. Em determinado estágio de maturação, o etileno se liga ao seu receptor na célula e desencadeia uma série de eventos que culminam com o amadurecimento e a senescência do fruto. Tem sido verificado que a inibição do etileno ao receptor reduz sua ação, retardando o amadurecimento e a senescência (KLUGE et al., 2002).

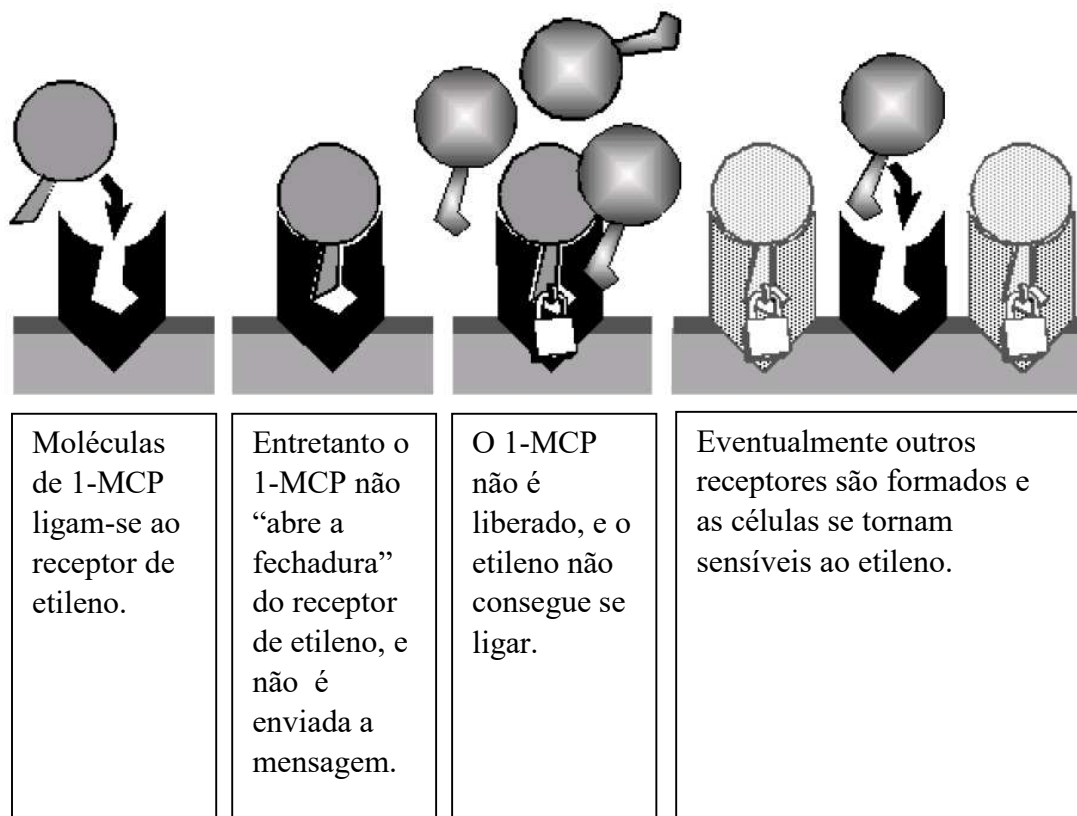
Como dito anteriormente, em condições normais, o etileno se liga a uma molécula receptora, provavelmente uma proteína de membrana, de onde surgem as respostas que desencadeiam processos associados ao amadurecimento de frutos climatéricos. A ligação do etileno ao receptor sugere o encaixe de uma chave a uma fechadura considerando-se o etileno como chave do receptor, é como se a fechadura destravasse e a porta abrisse (Figura 1). Com isso, é desencadeada uma cascata de reações associadas à qualidade e vida pós-colheita dos frutos. O 1-MCP também é hábil em se ligar ao receptor de etileno. Ele também age como chave que se acopla na fechadura, mas é incapaz de destravá-la e abrir a porta (Figura 2). Quando o 1-MCP está ocupando o sítio receptor, é impossível para o etileno se ligar a ele. É dessa forma que o 1-MCP atua como inibidor da ação do etileno em vegetais (WATKINS, 2002).

Figura 1 - Mecanismo de ligação do etileno em seu sítio receptor



Fonte: Bower, citado por Blankenship (2001)

Figura 2 - Ligação do 1-MCP ao sítio receptor de etileno



Fonte: Bower, citado por Blankenship (2001)

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

Como a ligação do 1-MCP ao local receptor de etileno é significativamente mais eficiente do que o próprio etileno, o 1-MCP é eficaz, mesmo em concentrações extremamente baixas, na faixa de partes por bilhão (ROHM; HAAS COMPANY, 2002).

O amadurecimento de frutos climatéricos é fortemente reprimido em resposta a aplicação do 1-MCP, principalmente se aplicado no início da maturação, na fase pré-climatérica, quando a produção de etileno é baixa (ZHANG et al., 2009).

Durante o tempo em que o 1-MCP permanecer ligado no sítio receptor, o vegetal permanecerá insensível ao etileno (SISLER, 2006).

O 1-MCP é um composto volátil, eficiente na inibição da ação do etileno (SEREK; TAMARI; SISLER, 1995). Considerando-se a dificuldade de se manipular gases, o 1-MCP é encontrado em forma de pó, que quando em contato com uma solução básica ou água, libera o ingrediente ativo na forma de gás (WATKINS, 2002). Sisler, Blankenship e Guest (2001) descrevem a forma gasosa desse composto como sendo sua condição mais estável, sendo assim, recomenda-se a aplicação nessa forma, em doses extremamente baixas, com rápida difusão pelos tecidos, implicando em menores tempos de aplicação na pós-colheita..

Em condições ideais de temperatura e pressão, o 1-MCP é um gás com peso molecular de 54 g e uma forma molecular de C_4H_6 . A afinidade do 1-MCP com o sítio receptor do etileno é aproximadamente dez vezes maior do que a do próprio etileno. Portanto, quando comparado ao etileno, o 1-MCP é ativo em baixíssimas concentrações (BLANKENSHIP; DOLE, 2003).

O 1-MCP deve ser aplicado em contêineres ou câmaras hermeticamente fechadas contendo os frutos. O tempo de liberação do gás situa-se em torno de uma hora, dependendo das condições no momento da aplicação. A ação do 1-MCP depende da concentração de produto aplicada (a concentração do gás 1-MCP deve ser necessário para saturar os receptores e competir com o etileno), do tempo e da temperatura de exposição suficientes para que o produto penetre nos tecidos vegetais, da espécie, do cultivar e do grau de maturidade do fruto, já que o 1-MCP não é muito efetivo em maturações avançadas (WATKINS, 2002; CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Como dito anteriormente, a concentração e o tempo de exposição dos frutos são fatores limitantes para uma boa resposta ao 1-MCP (BASSETO et al., 2005). O tempo de exposição ao 1-MCP, recomendado para a maioria dos frutos, para se obter uma boa eficiência, varia de 6 a 24 horas. Após esse período de tempo, retorna-se o produto para as condições desejadas de armazenamento (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A concentração de 1-MCP necessária para bloquear a ação do etileno varia conforme a espécie, o cultivar, o estágio de maturação, a temperatura de exposição, a interação entre concentração e tempo de exposição e produção de

novos receptores de etileno (RUPASINGHE et al., 2000). A ação do 1-MCP também é impactada por fatores que afetam a difusão do gás através de produtos frescos como a resistência do tecido morfológico e cuticular. Na maioria dos frutos e órgãos de armazenamento, a casca ou pericarpo é a maior barreira à difusão de gás, onde a maior parte entra através de poros ou lenticelas (THEOLOGIS; LATIES, 1982).

Sua aplicação deve ser feita logo após a colheita, de preferência antes do pico climatérico, quando ocorre a elevação de forma acentuada da concentração de etileno (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Segundo Zhang et al. (2009), os níveis de etileno interno influenciam fortemente a eficácia do 1-MCP, isso explica a perda da sensibilidade de alguns frutos climatéricos ao 1-MCP, quando aplicado em estádios de maturação mais avançados.

O 1-MCP tem sido utilizado com sucesso na conservação de flores, frutos e hortaliças. Tem sido verificado um aumento na vida útil desses produtos de forma bastante efetiva, mantendo boa qualidade (BASSETO, 2002). Segundo Toivonen (2008), a respiração e produção de etileno estão diretamente ligados a aplicação de 1-MCP, pois são afetados por este composto.

Brackmann et al. (2003), ao estudar a aplicação de 1-MCP em caquis 'Kyoto' combinando à atmosfera controlada e refrigerada constatou que a firmeza da polpa em atmosfera refrigerada manteve-se superior nos frutos com aplicação de 1-MCP, apresentando maior quando o 1-MCP foi aplicado logo no início do período de armazenamento.

Blum e Ayub (2009), trataram caquis 'Kyoto' com 1-MCP e, mesmo mantendo sob temperatura ambiente, verificaram que o produto retardou a evolução da cor dos frutos mantendo os frutos esverdeados por maior tempo.

Argenta, Vieira e Scolaro (2009), verificaram que o potencial de conservação da qualidade de caqui 'Fuyu' tratados com 1-MCP foi limitado pelo desenvolvimento de distúrbios na casca, especialmente as estrias. Segundo os autores, as estrias foram detectadas após curto período de armazenagem, enquanto as manchas pretas deprimidas e não deprimidas ocorreram a partir de 40 ou 60 dias de armazenagem. Os autores também compararam o tratamento de 1-MCP com atmosfera modificada e verificaram que o tratamento com 1-MCP é mais eficiente para a prevenção de danos por frio, incluindo o amolecimento da polpa, enquanto que a atmosfera modificada é mais eficiente na redução da incidência de distúrbios

na casca, tais como as estrias e as manchas pretas. Concluíram, portanto, que o melhor tratamento é usar concomitantemente atmosfera modificada e 1-MCP, verificando que o potencial de armazenagem refrigerada do caqui 'Fuyu' pôde ser aumentada por mais de 40 dias, levando-se em conta a conservação de sua textura.

Tibola et al. (2005) em seus estudos também verificaram que o 1-MCP não foi eficiente em relação ao escurecimento do caqui 'Fuyu'. Frutos tratados e não tratados com 1-MCP apresentaram mais de 60% de escurecimento da epiderme após 45 dias de armazenamento refrigerado com mais 3 dias expostos à temperatura ambiente. Porém o 1-MCP reduziu as perdas de firmeza da polpa, sendo que mesmo três dias após ser retirado da atmosfera refrigerada os frutos tratados ainda mantiveram firmeza própria para comercialização e consumo enquanto que os frutos não tratados com 1-MCP apresentaram-se completamente amolecidos.

Girardi et al. (2007) também verificaram essa redução na perda de firmeza em caquis 'Fuyu', que após 40 dias de armazenamento refrigerado, mais 3 em temperatura ambiente, os caquis com aplicação de 1-MCP encontravam-se na faixa de recomendação para a comercialização. Nesse estudo também foi verificado um escurecimento nos frutos, nesse caso aparecendo manchas pretas no centro da polpa, sendo que este fato não foi observado nas frutas tratadas com 1-MCP e condicionadas em sacos de polietileno. Concluindo assim que a associação com o uso de embalagens de polietileno interferiu significativamente na melhora da qualidade por evitar o escurecimento da polpa.

Como observado nos referidos trabalhos, nem todos os aspectos de amadurecimento de frutos são completamente suprimidos pelo 1-MCP, apenas os controlados pelo etileno. Para um melhor benefício na qualidade dos frutos, a manutenção da cadeia do frio continua indispensável para a segurança de uso e da qualidade dos produtos consumidos frescos, como as frutas e hortaliças (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Em estudos mais recentes, Vieira et al. (2016), submeteram caquis da variedade Fuyu a dois tipos de aplicação de 1-MCP: aplicação de 1-MCP aquoso, como pulverização em pré-colheita, e 1-MCP gasoso, em pós-colheita. Foi aferido que o tratamento com 1-MCP na pré-colheita não afetou a maturação dos frutos na

planta, porém foi observada uma redução do amolecimento prematuro da polpa e o distúrbio mancha translúcida nos frutos durante o período de pós-colheita. Verificou-se também, durante o armazenamento em atmosfera modificada, que os frutos submetidos à aplicação de 1-MCP, tanto na forma gasosa quanto na forma aquosa, se apresentaram mais firmes, em comparação aos frutos controles, que apresentavam-se moles. A máxima conservação da qualidade pós-colheita, foi observada nos caquis tratados com 1-MCP na forma gasosa, após a colheita. Além disso, observaram que o tratamento com 1-MCP (nas duas formas) reduziu a incidência do distúrbio mancha translúcida durante o período de prateleira.

Experimentos com Kiwis 'Bruno' que avaliaram a ação do 1-MCP associado à atmosfera modificada gerada com o emprego de embalagens de polietileno de baixa densidade (de 22 μm), verificaram, que com o uso combinado desses dois tratamentos, houve uma melhor aceitação dos frutos após 90 dias de armazenamento, além de maior firmeza da polpa e acidez titulável, menor conteúdo de sólidos totais e as menores concentrações de etileno e CO_2 . Nas embalagens em que os frutos foram tratados com 1-MCP, observaram-se menores concentrações de CO_2 , enquanto que nas embalagens onde os frutos não foram tratados observaram um padrão respiratório mais elevado, indicando, nesse caso, a eficácia do 1-MCP quanto à desaceleração da atividade respiratória dos frutos. Da mesma forma, o 1-MCP influenciou positivamente na diminuição da concentração de etileno nas embalagens (NEVES et al., 2003).

Hendges et al. (2015), verificaram que em maçãs 'Royal Gala' submetidas a danos mecânicos, o 1-MCP não reduziu a intensidade de escurecimento da polpa, porém contribuiu para a manutenção da firmeza de polpa e acidez titulável. Foi observada redução na firmeza de polpa ao longo do tempo de armazenamento apenas em frutos não tratados com 1-MCP independente da aplicação ou não do dano mecânico. Verificando assim, de maneira geral, que o dano mecânico por impacto não apresenta interferência sobre o efeito do 1-MCP na manutenção da firmeza da polpa e acidez das maçãs.

Filho et al. (2014), verificaram que o 1-MCP em dosagens superiores a 600 ppb se mostraram eficiente em retardar o amadurecimento de melancias sem sementes. Mesmo a melancia sendo um fruto não climatérico, estudos anteriores mostraram que o etileno induz seu amolecimento e perda de qualidade. Doses

menores que 600 ppb provavelmente não foram eficientes devido à dificuldade de absorção através da casca espessa da melancia.

Trindade, Lima e Assis (2015), realizaram aplicação de 1-MCP em manga 'Palmer' em dois estádios de maturação, utilizando doses de 300, 600 e 1000 nL L⁻¹. Verificaram que quando o 1-MCP foi aplicado no estádio de maturação 2 (caracterizado por cor verde clara da casca, polpa levemente amarela e teor de sólidos solúveis de aproximadamente 6,0 °Brix), as doses de 300 e 600 nL L⁻¹ trouxeram benefícios à aparência dos frutos, embora os efeitos sobre a firmeza da polpa e a degradação do amido fossem apenas temporários. Já quando aplicado no estádio de maturação 3 (caracterizado por cor verde-amarelada da casca, polpa amarelada e teor de sólidos solúveis de aproximadamente 6,5 °Brix), as doses de 600 e 1000 nL L⁻¹, limitaram a perda de firmeza da polpa e mantiveram a aparência dos frutos em condições de comercialização durante os 24 dias de armazenamento.

Em laranjas 'Pera', armazenadas a 7°C, Rosa et al. (2016) verificaram que altas doses de 1-MCP (0,5 e 1,0 µL L⁻¹) causaram estresse químico nas laranjas analisadas, o que resultou na elevação na taxa respiratória dos frutos. Porém o 1-MCP retardou a mudança de coloração da epiderme dos frutos, de verde para amarela/laranja.

Pegoraro et al. (2016) observaram que Kiwis 'Tewi' conservaram a qualidade de comercialização durante quatro meses quando submetidos à aplicação de 1-MCP combinado a condições de atmosfera controlada, e durante dois meses quando em condições de armazenamento refrigerado com aplicação de 1-MCP.

Em maçãs 'Gala' armazenadas em condição de atmosfera controlada, Mazzurana et al. (2016) verificaram que o tratamento com 1-MCP reduziu a perda de firmeza da polpa, a ocorrência de escurecimento da polpa e rachaduras nos frutos.

Em goiabas 'Pedro Sato', o tratamento com 1-MCP foi eficaz para manter a qualidade físico-química, retardando a perda de massa, a mudança da coloração da casca e contribuindo para a retenção da firmeza. A associação de 1-MCP com aplicação de fécula de mandioca apresentou um meio muito eficiente para manter a qualidade das goiabas, retardando a perda de massa, a mudança de coloração da casca e a redução da firmeza (PALHARINI et al., 2016).

Em abacate 'Hass' sob refrigeração, o 1-MCP se apresentou eficiente na manutenção dos frutos (CÁBIA; VIEITES, 2013). Foi verificado que o 1-MCP bloqueou a atividade respiratória dos frutos, sendo que as doses de 0,089 e 0,119 g de 1-MCP obtiveram os melhores resultados em relação à manutenção da firmeza, ao mesmo tempo em que minimizaram os teores de sólidos solúveis, indicando que o processo de amadurecimento foi retardado (CÁBIA et al., 2014).

2.4.2 Refrigeração

O abaixamento da temperatura dos produtos vegetais ainda é um dos meios mais eficazes para a manutenção de sua qualidade, por reduzir sua atividade respiratória e retardar a atividade metabólica, inibir o crescimento microbiano, os quais levam ao amadurecimento ou senescência dos tecidos vegetais (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Segundo Gava (2007), o armazenamento por refrigeração utiliza temperaturas acima do ponto de congelamento. A maior parte dos alimentos alteráveis pode ser conservada por refrigeração durante um tempo limitado, onde não se evitam, porém retardam as atividades microbianas e enzimáticas.

O abaixamento da temperatura da matéria-prima vegetal deve ser realizado imediatamente após a colheita, isto é importante principalmente em vegetais que estejam com metabolismo ativo, podendo haver liberação de energia por causa da respiração e, assim, transformando um produto metabólico em outro (GAVA, 2007).

Em frutos climatéricos, a atividade respiratória é reduzida pelo uso de baixas temperaturas, e o abaixamento da temperatura pode retardar o pico climatérico e reduzir sua intensidade (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A diferente capacidade de conservação pelo frio depende da diferente composição química dos frutos, variando conforme a cultivar.

A temperatura ideal para conservação do caqui ainda não está definida, pois ela varia conforme a cultivar. No entanto a temperatura de 0°C é a mais recomendada para a boa conservação, retardando a senescência (LEE; SHIN; PARK, 1993; BRACKMANN; MAZARO; SAQUET, 1997).

Ferri et al. (2007) constataram que quando armazenado o caqui 'Fuyu' a 0°C o período seguro de comercialização do fruto se limitou a no máximo 28 dias, enquanto que os frutos de caqui armazenados a 10°C apresentaram um prolongamento de uma semana desse período seguro, e os frutos apresentaram qualidade sensorial superior.

Brackmann, Mazaro e Saquet (1997), concluíram que frutos das cultivares Fuyu e Rama Forte mantiveram-se mais firmes e com menores percentuais de escurecimento da epiderme quando armazenados a 0°C, porém, ao final de dois meses de armazenamento, a cultivar Fuyu apresentou baixa firmeza de polpa e alta incidência de escurecimento da epiderme, não apresentando condições de comercialização.

Ferri e Rombaldi (2004), verificaram que os caquis 'Fuyu' armazenados a 0°C que depois foram expostos a temperaturas ambientes apresentaram perda total de firmeza da polpa além de incidência de distúrbios fisiológicos em 100% das frutas, sem evolução da coloração, enquanto que os frutos armazenados a 10°C se mantiveram com valores médios e coloração avermelhada.

Já Antonioli et al. (2003) verificaram que o armazenamento de caqui 'Giombo' sob temperatura $1 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e 95 -98% UR apresentou eficiente durante um mês.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Matéria prima

Foram utilizados frutos de caquizeiros dos cultivares Rama Forte e Kyoto adquiridos na Fazenda Barreiro, situada na cidade de Louveira (SP), localizada à latitude 23°05'11"S, longitude 46°57'02"W e altitude de 690 metros.

Os frutos foram colhidos no estágio 3 de maturação, meio maduro e com aproximadamente 50% da coloração verde, sendo este o melhor período para a colheita dos mesmos (PICANÇO, 2009). Após a colheita foram acondicionados em caixas plásticas e transportados até o Laboratório de Frutas e Hortaliças, do Departamento de Horticultura da Faculdade de Ciências Agronômicas, Campus de Botucatu/SP. Os frutos foram selecionados e higienizados com hipoclorito de sódio a 5% por 20 minutos e deixados em bancada forrada com papel toalha até secarem

por completo. Metade dos frutos da variedade Rama Forte foram destanizados no próprio laboratório.

3.2 Experimentos:

O trabalho foi dividido em três experimentos:

3.2.1 Experimento 1: Aplicação de 1-MCP em caquis 'Rama Forte' não destanizados, armazenados a $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR

Tratamento 1: sem aplicação de 1-MCP (Testemunha)

Tratamento 2: aplicação de 500 ppb de 1-MCP

Tratamento 3: aplicação de 1000 ppb de 1-MCP

Tratamento 4: aplicação de 1500 ppb de 1-MCP

3.2.2 Experimento 2: Aplicação de 1-MCP em caquis 'Rama Forte' previamente destanizados, armazenados a $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR

Tratamento 1: sem aplicação de 1-MCP (Testemunha)

Tratamento 2: aplicação de 500 ppb de 1-MCP

Tratamento 3: aplicação de 1000 ppb de 1-MCP

Tratamento 4: aplicação de 1500 ppb de 1-MCP

3.2.3 Experimento 3: Aplicação de 1-MCP em caquis 'Kyoto', armazenados a $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR

Tratamento 1: sem aplicação de 1-MCP (Testemunha)

Tratamento 2: aplicação de 500 ppb de 1-MCP

Tratamento 3: aplicação de 1000 ppb de 1-MCP

Tratamento 4: aplicação de 1500 ppb de 1-MCP

3.3 Destanização

Para destanização, os frutos foram colocados em caixas plásticas e acondicionados a temperatura ambiente, $25 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, por 48 horas, no Laboratório de Frutas e Hortaliças, na Faculdade de Ciências Agrônômicas em Botucatu. As caixas foram

empilhadas e organizadas lado a lado sem que o espaço central fosse ocupado permitindo a instalação do destanizador. O destanizador consistia em um tripé metálico responsável pela sustentação de uma vasilha de alumínio contendo álcool etílico na concentração de $6,6 \text{ mL Kg}^{-1}$ fruto. Embaixo dessa estrutura foi posicionado um aparato com uma lâmpada de 150 watts, usado para promover a evaporação do álcool. As caixas plásticas, contendo os frutos, foram cobertas com plástico preto de baixa densidade (Figura 3).

Figura 3 - Esquema do processo de destanização

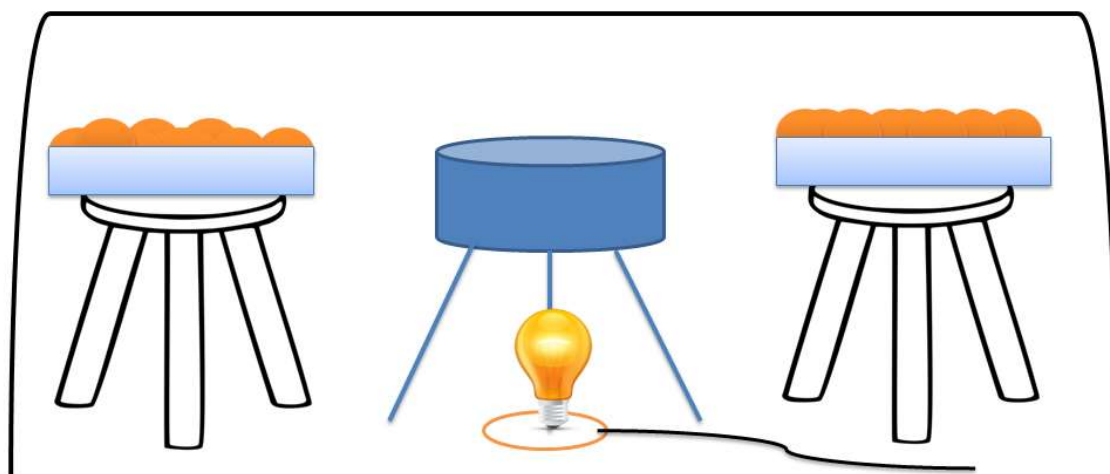


Ilustração: Nathalie Cardoso Cábria, 2016

3.4 Aplicação de 1-MCP

Os frutos foram levados até o Laboratório de Fisiologia e Bioquímica Pós-colheita, no Departamento de Ciências Biológicas da ESALQ – Piracicaba/SP, onde foram submetidos às diferentes concentrações de 1-MCP.

Os frutos de cada tratamento foram colocados em caixas hermeticamente fechadas com volume de 186 litros (Figuras 4 e 5).

Figura 4 - Frutos acondicionados na caixa onde receberam aplicação de 1-MCP



Foto: Nathalie Cardoso Cábria, 2014

Figura 5 - Caixa hermeticamente fechada para aplicação de 1-MCP



Foto: Nathalie Cardoso Cábria, 2014

Para o volume desse ambiente fechado, foram pesados 0,149 g (500 ppb); 0,298 g (1000 ppb) e 0,447 g (1500 ppb) do produto. Essas quantidades de 1-MCP foram misturadas com água (25 mL) e inseridas dentro das caixas lacradas contendo os frutos para a liberação do gás (Figura 6).

Figura 6 - 1-MCP sendo inserido na caixa que será hermeticamente fechada

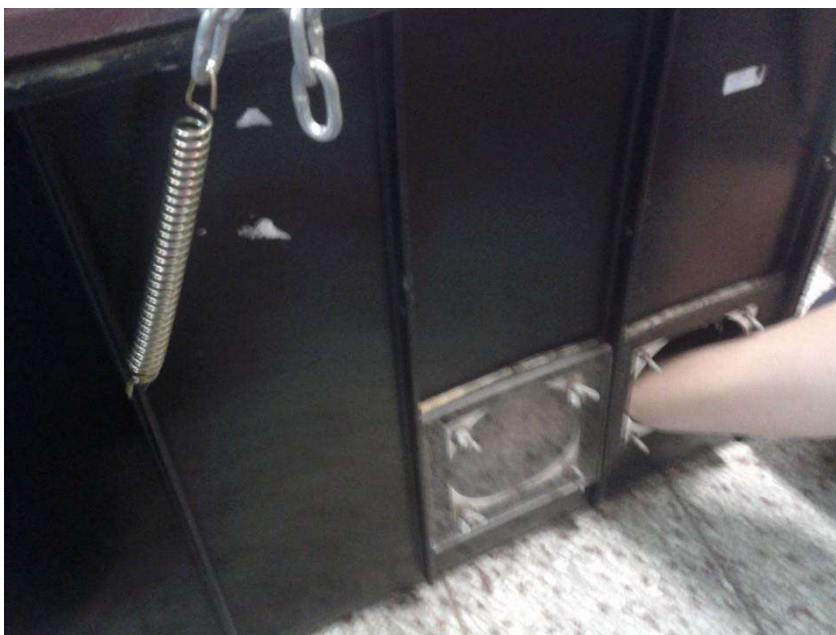


Foto: Nathalie Cardoso Cábria, 2014

Os frutos permaneceram dentro das caixas durante 12 horas. Após esse período foram transportados para o Laboratório de Frutas e Hortaliças, na Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP – Campus de Botucatu /SP, onde foram armazenados sob refrigeração ($0^{\circ}\text{C} \pm 0,5$ e $90 \pm 5\%$ de UR).

3.5 Análises

Os frutos ficaram armazenados durante 35 dias, sendo analisados a cada 7 dias.

As análises foram realizadas em triplicatas, destrutivas e não destrutivas (perda de massa e atividade respiratória).

3.6 Grupo destrutivo

3.6.1 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Foi realizada a leitura de pH nas amostras dos caquis de cada tratamento, trituradas e homogeneizadas, em potenciômetro digital DMOH 2 segundo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (Brasil, 2008).

3.6.2 Acidez titulável (AT)

Expressa em gramas de ácido málico por 100 g⁻¹ de polpa (g de ácido málico 100g⁻¹) obtida por meio da titulação de 5 g de polpa homogeneizada e diluída para 100 mL de água destilada, com solução padronizada de hidróxido de sódio a 0,1 mol L⁻¹, tendo como indicador o ponto de viragem de fenolftaleína, segundo metodologia recomendada pelo Instituto Adolfo Lutz (Brasil, 2008).

3.6.3 Sólidos solúveis (SS)

A análise de sólidos solúveis foi realizada através de leitura refratométrica direta em graus Brix, em três amostras, com o refratômetro tipo Abbe, marca ATAGO – N1, de acordo com os procedimentos descritos por Tressler e Joslyn (1961).

3.6.4 Índice de maturação “Ratio”

Calculado através da relação sólidos solúveis e acidez titulável.

3.6.5 Firmeza

A firmeza da polpa foi avaliada através do penetrômetro manual – Fruit pressure test mod. FT327 (3-27 lbs), utilizando a ponteira 8 mm.

3.6.6 Índice de Adstringência

Foi avaliado pelo método qualitativo de Gazit e Levy (1963) e modificado por Vitti (2009), no qual se avalia a impressão de uma das faces dos frutos cortados em papel filtro, previamente preparado com a solução de cloreto de ferro (FeCl_3) a 5% (Figura 7).

Figura 7 - Índice de adstringência avaliado através da escala de notas Gazit e Levy (1963) Adaptado de Vitti (2009)

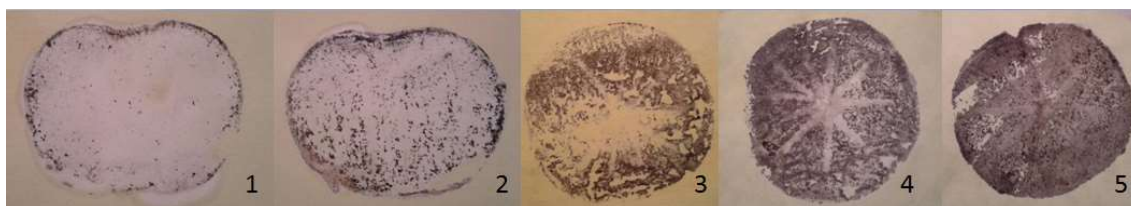


Foto: Nathalie Cardoso Cábria, 2014

1= não taninoso;

2= ligeiramente taninoso;

3= medianamente taninoso,

4= taninoso;

5= muito taninoso.

3.6.7 Ácido Ascórbico

Segundo metodologia de Leme e Malavolta (1950).

3.6.8 Açúcares Redutores (AR)

Uma parte do extrato da polpa foi congelada para a determinação posterior. A metodologia utilizada foi descrita por Somogy e adaptada por Nelson (1944). O aparelho utilizado foi o espectrofotômetro Micronal B 382, sendo a leitura realizada a 535 nm.

3.6.9 Avaliação da cor instrumental

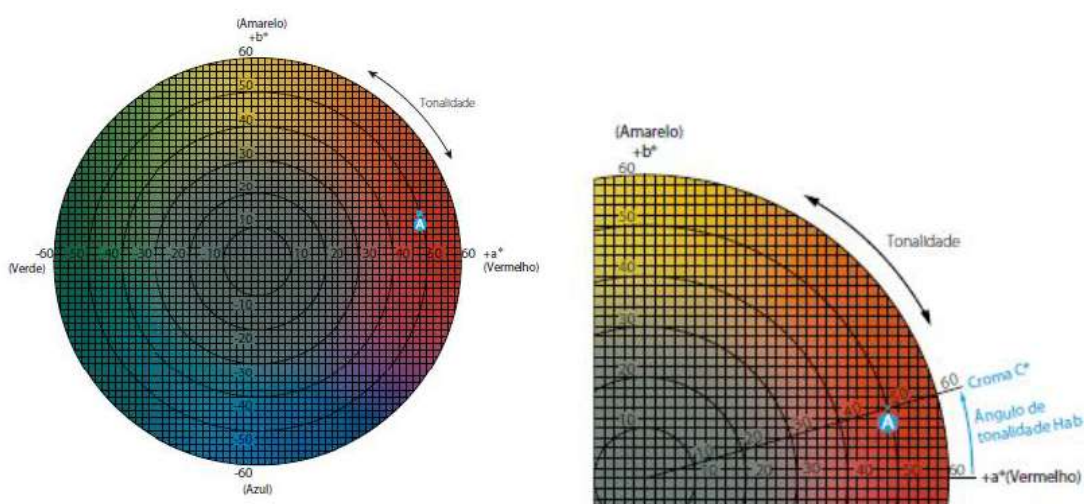
A coloração foi realizada com medição em dois pontos da polpa do fruto de caqui utilizando-se de colorímetro da marca Konica Minolta (Croma meter, CR 400/410) com determinação dos valores (L^* , a^* e b^*). Onde L^* , expresso em porcentagem, indica valores de luminosidade (0% = negro e 100% = branco), a^* indica a variação de cor do verde (-) até o vermelho (+) e o b^* indica a variação de cor do azul (-) até o amarelo (+) (KONICA MINOLTA, 1998)

O ângulo $^{\circ}Hue$ é o valor em graus correspondente ao diagrama tridimensional de cores 0° (vermelho), 90° (amarelo) e 270° (azul). O $^{\circ}Hue$ possui variação de: 0 a 18° para a coloração vermelho-violeta, 19 a 54° para a coloração vermelho, 55 a 90° para a coloração laranja, 91 a 126° para a coloração amarelo, 127 a 162° para azul, 271 a 306° para azul-violeta e 307 a 342° para violeta, 343 a 360° vermelho-violeta, perfazendo 360° . C^* é representado pelo Croma que define a intensidade da cor (Figura 8). Os valores numéricos de a^* e b^* foram convertidos em ângulo Hue e no Croma (que são as variáveis que melhor representam a evolução da cor dos frutos de caqui durante o armazenamento), conforme equações:

$$Hue_{ab} = \tan^{-1} (b^*/a^*).$$

$$C^* = \text{Raiz } ((a^*)^2 + (b^*)^2)$$

Figura 8 - Diagrama de cromaticidade e parte do diagrama de cromaticidade a^* , b^*



3.6.10 Determinação de atividade de Pectinametilsterase (PME)

A atividade de pectinametilsterase (PME) foi determinada segundo Hultin, Sam e Bulger (1966).

Para preparo do extrato, foi pesado aproximadamente 2,5 gramas de amostra em tubos tipo Falcon sendo logo após triturada e misturada em Turrax com 20 mL de NaCl a 0,2 N. Essa solução foi filtrada e guardada em potes escuros não transparentes (potes de filmes de negativos de fotos).

Dessa solução foi tomado 5 mL e adicionado à 30 mL de pectina cítrica 1%, e o pH foi corrigido para 7,0. Após esse ponto, se esperou abaixar o pH dessa solução até 6,69; a partir desse momento foram cronometrados 10 minutos, durante os quais se manteve o pH 7,0 através de titulação com NaOH 0,01 mol L⁻¹.

Uma unidade de PME foi definida como a quantidade de enzima capaz de catalisar a desmetilação de pectina correspondente ao consumo de 1 μ mol de NaOH min⁻¹ g⁻¹ de massa fresca, nas condições de ensaio. Os resultados se apresentaram expressos em UE min⁻¹ g⁻¹.

3.6.11 Determinação da Poligalacturonase (PG)

A extração enzimática foi realizada segundo técnica de Buescher e Furmanski (1978) com adaptações. Foi utilizado um grama de amostras do fruto trituradas e misturadas em Turrax com 50 mL de água destilada, essa mistura foi filtrada em organza e ao resíduo de polpa que ficou retido no tecido foi adicionado 40 mL de NaCl 1 mol L⁻¹. O pH foi ajustado com auxílio de NaOH 0,01 mol L⁻¹ para 6,0, e essa mistura foi incubada a 4°C por uma hora. Essa solução teve seu volume corrigido para 50 mL com NaCl 1 mol L⁻¹, e filtrada em papel filtro. O extrato foi guardado em potes escuros não transparentes até o momento de sua utilização.

O extrato foi incubado em solução de pectina cítrica 0,25% a 30°C por 3 horas em banho-maria. A reação foi interrompida com banho fervente e os grupos redutores liberados, determinados pela técnica de Somogy, modificada por Nelson (1944). Uma unidade de PG foi definida como a quantidade de enzima capaz de

catalisar a formação de 1 η mol de grupos redutores por minuto, nas condições de ensaio. Os resultados foram expressos em $UE \text{ min}^{-1} \text{ g}^{-1}$.

3.6.12 Atividade Polifenoloxidase (PFO)

A extração e determinação da enzima foi realizada de acordo com o método de Cano et al. (1997), com os resultados expressos em $UAE^{-1} \text{ min}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de matéria fresca. Para preparo do extrato enzimático foi pesado 1 grama de fruto, que foi triturado e misturado a 10 mL de tampão acetato de sódio 100 mM. O mesmo foi centrifugado durante 50 minutos, a 6000 rpm, a 4°C. O extrato foi filtrado e foi feita a pipetagem das amostras, com 1,85 mL de catecol 0,1 M e 0,3 mL do extrato. Para o branco da amostra foi pipetado 1,8mL de catecol 0,1 M, 0,8 mL de ácido perclórico e 0,3 mL de extrato. Para o branco usado para zerar o aparelho de leitura foi pipetado 0,3 mL de tampão acetato de sódio 100 M e 1,85 mL de catecol 0,1 M. Depois desse processo, foi colocado em banho maria por 30 minutos, a 30°C. Então nos tubos com amostras foram adicionados 0,8 mL de ácido perclórico para que cessasse a reação para a realização da leitura em espectrofotômetro com comprimento de onda de 395 nm.

3.6.13 Capacidade Antioxidante e Compostos Fenólicos Totais

3.6.13.1 Preparo do extrato etanólico da polpa

Foi utilizada como extrator a mistura etanol:água (80:20 v/v) para a extração. Foi pesado aproximadamente um grama de caqui em tubos tipo Falcon no qual foi adicionado 10 mL do solvente (etanol 80%) e foram submetidos à homogeneização e trituração com Turrax até apresentar uma característica uniforme. Em seguida, os extratos foram submetidos à banho ultrassônico a 30°C, por 15 minutos, e após esse procedimento, foram centrifugados a 6000 rpm por 15 minutos. Os extratos foram filtrados e armazenados em frascos âmbar à temperatura de 8°C, até o momento de sua utilização nas análises. Os extratos da fruta foram obtidos em triplicata.

3.6.13.2 Compostos Fenólicos Totais

Os compostos fenólicos totais foram obtidos pelo método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu, descrito por Singleton, Orthofer e Lamuela (1999). O reagente de Folin-Ciocalteu é uma solução complexa de íons poliméricos formados a partir de heteropoliácidos fosfomolibdicos e fosfotungsticos. Esse reagente oxida os fenolatos, reduzindo os ácidos a um complexo azul Mo-W.

Foram utilizados os extratos etanólicos das frutas obtidos no item anterior. A pipetagem foi feita em triplicata, utilizando, para as amostras 0,5 mL de extrato e 2,5 mL do reagente Folin-Ciocalteu 10%, para o branco foi pipetado 0,5 mL de água e 2,5 mL de Folin-Ciocalteu 10%. Feita uma pausa de 5 minutos, foi adicionado também 2 mL de carbonato de sódio 4% as amostras e branco. Os tubos com as soluções pipetadas foram deixados durante duas horas em local escuro para que ocorresse a reação. Após esse período, foi feita a leitura em espectrofotômetro a 740 nm. Os resultados foram expressos em equivalente de ácido gálico, com base em uma curva de calibração de ácido gálico com concentrações entre 5 e 100 $\mu\text{g mL}^{-1}$.

3.6.13.3 Atividade Antioxidante

A medida da capacidade sequestrante foi determinada pelo método DPPH baseado no princípio de que o DPPH (1,1-difenil-2-picrilidrazil), sendo um radical estável de coloração violeta, aceita um elétron ou um radical hidrogênio para tornar-se uma molécula estável, sendo reduzido na presença de um antioxidante e adquirindo coloração amarela. Na forma de radical, o DPPH possui uma absorção característica a 517 nm, que desaparece à medida que ele vai sendo reduzido pelo hidrogênio doado por um composto antioxidante (MENSOR et al., 2001)

Para a determinação da atividade antioxidante, foi utilizada, nas amostras, 3 mL de etanol 99%, 0,3 mL de DPPH e 0,5 mL de extrato etanólico de caqui. Para cada amostra, que é feita em triplicata, deve se fazer um branco, composto de 3 mL etanol 99%, 300 μL de solvente (etanol 80%) e 0,5 mL de extrato etanólico de caqui. É feito, também a pipetagem de um controle negativo, composto de 3 mL etanol 99%, 0,5 mL de solvente (etanol 80%) e 0,3 mL de DPPH.

Depois da pipetagem, essas amostras são deixadas em repouso por 45 minutos ao abrigo da luz em temperatura ambiente. A leitura é feita em espectrofotômetro a 517 nm.

A atividade anti-radical foi determinada na forma de atividade antioxidante (AA), pela equação:

$$AA (\%) = 100 - \{[(Aa - Ab) \times 100] / Ac\}$$

Onde:

Aa = absorbância da amostra

Ab = absorbância do branco

Ac = absorbância do controle negativo

3.7 Grupo controle

3.7.1 Perda de massa

Para perda de massa foi utilizada uma balança Owlabor carga máxima de 2000 g e divisão de 10 mg. A perda de massa foi calculada realizando a pesagem nos dias de retirada de amostra e subtraindo da pesagem do dia 0.

3.7.2 Respiração

A taxa respiratória foi calculada a partir de uma curva obtida pela avaliação dos frutos a cada 7 dias.

A determinação da taxa de respiração foi realizada através de respirômetro, pela medida de CO₂ liberado, de acordo com metodologia adaptada de Bleinroth, Zuchini e Pompeo (1976).

A taxa de respiração medida em respirômetro foi calculada pela seguinte fórmula:

$$TCO_2 = [2,2 \times (A - B) \times V1] / (P \times T \times V2)$$

Onde:

TCO₂ = Taxa de respiração em mL de CO₂ Kg de fruta⁻¹ hora⁻¹;

B = Volume gasto em mL de HCl padronizado para a titulação de hidróxido de potássio padrão antes da absorção de CO₂;

A = Volume gasto de HCl padronizado para a titulação de hidróxido de potássio após a absorção de CO₂ da respiração;

V1 = Volume de hidróxido de potássio usado na absorção de CO₂ (mL);

P = Peso dos frutos (Kg);

T = Tempo das reações metabólicas (1 hora);

V2 = Volume de hidróxido de potássio utilizado na titulação (mL);

2,2 = Devido ao equivalente de CO₂ (44/2) multiplicado pela concentração do ácido clorídrico a 0,1 N.

3.8 Delineamento estatístico

O delineamento estatístico empregado foi inteiramente casualizado (DIC), sendo que o experimento foi composto por quatro tratamentos, duas variedades de frutos, sendo uma delas utilizada de duas diferentes formas, uma parcela previamente destanizada e outra não destanizada, e seis tempos de armazenamento (0, 7, 14, 21, 28 e 35).

Para as avaliações não destrutivas, atividade respiratória e perda de massa, cada tratamento foi composto de três repetições com quatro frutos cada. Para as avaliações destrutivas (as demais análises) foram utilizadas três repetições por tratamento, sendo cada repetição composta por dois frutos.

Foi realizada a análise de variância, para a comparação entre as médias foi utilizado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de acordo com as recomendações de Gomes (2000).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

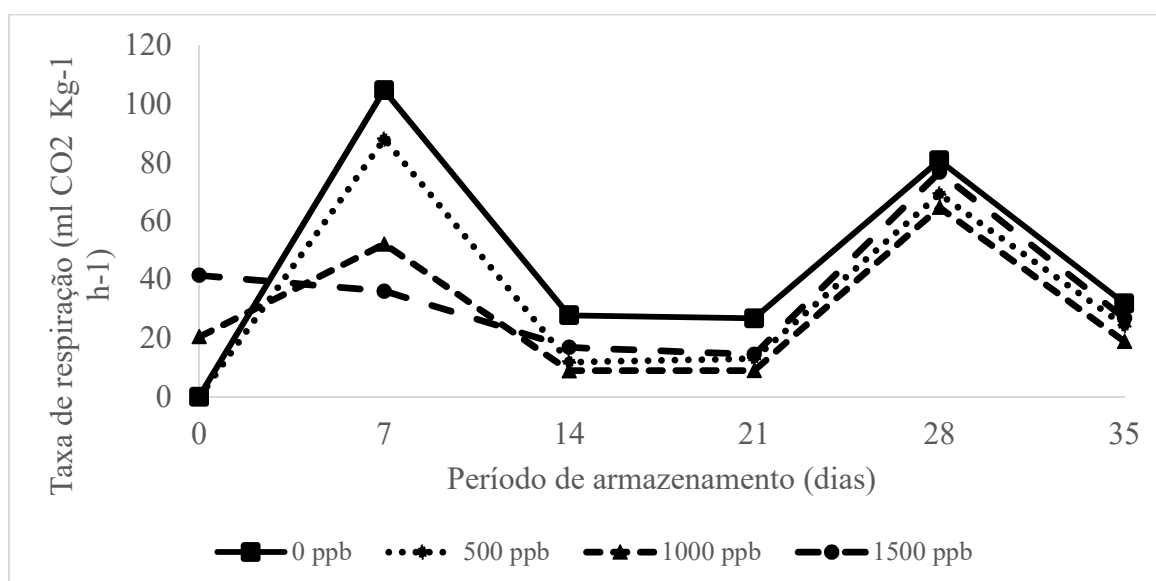
4.1 Experimento 1 – Aplicação de 1-MCP em caqui ‘Rama Forte’ não destanizado

4.1.1 Atividade Respiratória

A taxa respiratória ($\text{mL CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) de caquis ‘Rama Forte’ não destanizados e tratados com diferentes doses de 1-MCP armazenado sob refrigeração podem ser observados na Figura 9.

Observou-se que os frutos testemunha apresentaram maior taxa respiratória, tendo um pico no sétimo dia, e outro aumento da respiração, porém menor, no 28º dia. Os frutos tratados com 500 ppb de 1-MCP apresentaram comportamento semelhante aos testemunhas, porém suas taxas respiratórias foram menores. Os frutos tratados com 1000 ppb, apresentaram pico respiratório no 28º dia. Já os frutos tratados com 1500 ppb não apresentaram aumento na taxa respiratória no sétimo dia, apresentando queda na respiração até o 21º dia, onde então a respiração voltou a aumentar, e no 28º dia apresentou o pico climatérico.

Figura 9 - Taxa respiratória ($\text{mL CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) de caqui ‘Rama Forte’ não destanizados e tratados com diferentes doses de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias



Manolopoulou e Papadopoulou (1998), citado por Vieites, Daiuto e Fumes (2012) e Chitarra (1998) afirmaram que a intensidade da taxa respiratória está inversamente relacionada com o potencial de armazenamento do fruto, sendo assim, a dose de 1500 ppb de 1-MCP permitiu que os frutos de caqui 'Rama Forte' não destanzados pudessem ser armazenados por um período maior que os 35 dias.

4.1.2 Perda de Massa

Os valores de perda de massa (%) de caquis 'Rama Forte' não destanzados submetidos à aplicação de 1-MCP, sob refrigeração podem ser observados na Tabela 1.

A perda de massa fresca foi crescente nos frutos de todos os tratamentos durante o período experimental.

Tabela 1 - Perda de massa (%) de caquis 'Rama Forte' não destanzado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento				
	7	14	21	28	35
0 ppb	1,40Ac	2,04Abc	2,63Aabc	2,29Aab	3,64Aa
500 ppb	1,26Ab	1,85Aab	2,41Aab	2,99Aab	3,39Aa
1000 ppb	1,54Ab	2,11Aab	2,66Aab	3,27Aa	3,71Aa
1500 ppb	1,35Ab	1,64Aab	2,36Aab	2,79Aab	3,20Aa

Média = 2,49

CV (%) = 27,99

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

Para a maioria dos produtos hortícolas frescos, a máxima perda de massa fresca tolerada para o não aparecimento de murcha ou enrugamento da superfície oscila entre 5 e 10% (FINGER; VIEIRA, 2002). Neste trabalho foi observado que a perda de massa permaneceu na faixa aceitável, e os caquis de todos os tratamentos, inclusive os do controle, ainda se apresentavam viáveis para a comercialização. Isto se deve provavelmente ao fato de os frutos estarem sob armazenamento refrigerado, o que minimizou a perda de peso devido ao controle do efeito da transpiração.

4.1.3 Açúcares Redutores (AR)

Segundo Senter et al. (1991), os principais açúcares encontrados na polpa de caqui são frutose, glicose (açúcares redutores) e sacarose (açúcar não redutor). O conteúdo total de açúcares na polpa do fruto pode variar de 10,2 a 19,6% nas variedades adstringentes e de 10,1 a 16,7% nas variedades não adstringentes. Também podem ser encontrados sorbitol e nositol, porém em menor quantidade (SEYMOUR; TAYLOR; TUCKER, 1993). Neste trabalho os teores de açúcares redutores se encontraram entre 14,65 a 18,8% dentro da faixa dos valores citados pelos autores (Tabela 2).

Tabela 2 - Teores de açúcares redutores (% de Glicose) de caquis 'Rama Forte' não destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento					
	0	7	14	21	28	35
0 ppb	17,38	16,1	15,67	15,78	15,13	17,11
500 ppb	16,89	16,33	16,79	14,65	17,49	14,79
1000 ppb	17,54	16,58	14,86	16,65	16,08	18,16
1500 ppb	17,95	18,8	17,24	17,54	16,08	17,24
Média = 16,61						
CV (%) = 12,41						

Não houve efeito no tratamento ($p > 0,05$) e na interação tratamento x armazenamento ($p > 0,05$).

Neste trabalho, os teores de açúcares redutores não foram influenciados pela aplicação de 1-MCP, nem demonstraram diferenças ao longo do tempo de armazenamento.

4.1.4 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Observando-se a Tabela 3, verifica-se os valores de pH para polpas de caquis 'Rama Forte' não destanizados submetidos à diferentes doses de aplicação de 1-MCP (0; 500; 1000 e 1500 ppb), armazenados à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR.

Segundo os resultados apresentados, os valores de pH aumentaram com o passar dos dias de armazenamento para todos os tratamentos. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), o amadurecimento de frutos leva ao aumento nos valores de pH.

Os frutos de todos os tratamentos apresentaram menores valores de pH no primeiro dia de experimento, sendo que os frutos tratados com 1500 ppb mantiveram esses valores baixos mesmo no sétimo dia de armazenamento do produto, enquanto que nos outros tratamentos, houve aumento estatisticamente significativo dos valores de pH nesse período. Os frutos tratados com 1000 ppb apresentaram um valor máximo de pH no 28º dia, decaindo na semana seguinte, enquanto que os frutos tratados com 500 ppb, 1500 ppb e testemunha (0 ppb) apresentaram o maior valor de pH no último dia de análise.

Tabela 3 - Potencial hidrogeniônico (pH) obtidos em caquis 'Rama Forte' não destanizados, submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados à $0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento					
	0	7	14	21	28	35
0 ppb	5,36Ab	5,47Aab	5,52Aab	5,64Aab	5,68Aa	5,68Aa
500 ppb	5,36Ab	5,44Aab	5,61Aab	5,55Aab	5,50Aab	5,71Aa
1000 ppb	5,36Ab	5,40Aab	5,47Aab	5,49Aab	5,69Aa	5,64Aab
1500 ppb	5,36Ab	5,41Ab	5,61Aab	5,57Aab	5,48Aab	5,73Aa
Média =5,53						
CV (%) = 2,33						

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

Os valores de pH variaram de 5,36 a 5,73, semelhantes aos encontrados por Mendonça et al. (2015) em caquis 'Rama Forte' armazenados em ambiente refrigerado e em atmosfera modificada passiva.

4.1.5 Acidez Titulável (AT)

Observando-se a Tabela 4, verifica-se os valores de acidez (g de ácido málico 100g^{-1} de polpa) nas polpas de caquis 'Rama Forte' não destanizados submetidos

à diferentes doses de aplicação de 1-MCP e armazenados à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), as frutas, durante o amadurecimento, perdem rapidamente a acidez, devido à utilização como substrato no processo respiratório ou sua conversão em açúcares, porém em alguns casos, acontece um pequeno aumento nos valores no decorrer do amadurecimento.

Nesse experimento foi observado decréscimo na acidez titulável durante o armazenamento em todos os tratamentos.

Tabela 4 - Acidez titulável (g de ácido málico 100g^{-1} de polpa) obtidas em caquis 'Rama Forte' não destanzados, submetidos a diferentes doses de 1-MCP (0, 500, 1000 e 1500 ppb), armazenados à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento					
	0	7	14	21	28	35
0 ppb	2,66Aa	2,3Aab	1,97ABab	1,91Aab	1,23Ab	1,27Ab
500 ppb	2,65Aab	2,06Aab	2,75Aa	2,07Aab	1,64Abc	0,97Ac
1000 ppb	2,65Aab	2,32Aab	1,79ABabc	1,91Aab	1,31Abc	1,15Ac
1500 ppb	2,65Aa	2,39Aa	1,75Bab	1,85Aab	1,24Ab	1,31Ab
Média = 1,91						
CV (%) = 102,16						

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

4.1.6 Sólidos Solúveis (SS)

Os teores de SS para caquis 'Rama Forte' não destanzados, submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, estão apresentados na Tabela 5.

Os sólidos solúveis (SS) indicam a quantidade dos sólidos que se encontram dissolvidos nos sucos ou polpa de frutas. São designados como °Brix e apresentam tendência de aumento conforme o avanço do amadurecimento. Os SS são constituídos principalmente por açúcares, variando com a espécie, cultivar, estágio de maturação e clima (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Observou-se que no tratamento testemunha houve aumento significativo dos teores de sólidos solúveis durante o período de armazenamento, o que pode indicar avanço do amadurecimento, enquanto que os frutos submetidos à aplicação 1-MCP

mantiveram seus valores sem diferença estatisticamente significativa até o trigésimo quinto dia de armazenamento. Segundo Blankenship e Sisler (1989) esse fato poderia ser relacionado à inibição da ação do etileno, o qual não afetaria a taxa da degradação do amido, sendo sua hidrólise uma das reações responsáveis pelo aumento do teor dos SS.

Tabela 5 - Teor de sólidos solúveis (°Brix) obtidos em caquis 'Rama Forte' não destanzados, submetidos a diferentes doses de 1-MCP (0, 500, 1000 e 1500 ppb), armazenados à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento					
	0	7	14	21	28	35
0 ppb	20,16Ab	23,83Aab	22,76Aab	24,53Aab	23,63Aab	27,03Aa
500 ppb	20,16Aa	23,30Aa	24,16Aa	24,13Aa	22,06Aa	21,06Ba
1000 ppb	20,16Aa	24,93Aa	23,03Aa	24,76Aa	24,16Aa	25,23ABa
1500 ppb	20,16Aa	22,56Aa	22,23Aa	22,00Aa	21,76Aa	23,46ABa
Média = 22,69						
CV (%) = 11,39						

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

No trigésimo quinto dia de armazenamento foi observada diferença estatística dos frutos testemunha, que apresentaram maiores valores de sólidos solúveis em comparação com os frutos submetidos à aplicação de 1-MCP, esse fato se deve provavelmente ao aumento da concentração de açúcares devido à perda de massa desses frutos; já os frutos tratados com 500 ppb apresentaram valores de SS mais baixos que os demais, provavelmente devido à sua baixa perda de massa.

4.1.7 Índice de Maturação (Ratio)

A relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) é uma das formas mais utilizadas para avaliação do sabor dos frutos, sendo mais representativa do que a medição isolada de açúcares ou acidez. Essa relação dá uma boa indicação do equilíbrio entre os dois componentes, devendo especificar o teor mínimo de sólidos e o máximo de acidez (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Neste trabalho o maior valor de "Ratio" encontrado foi no 35º dia, para a testemunha.

Os valores de “Ratio” obtidos em caquis ‘Rama Forte’ não destanizados, submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias, estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Índice de maturação (Ratio) obtidos em caquis ‘Rama Forte’ não destanizados, submetidos a diferentes doses de 1-MCP (0, 500, 1000 e 1500 ppb), armazenados à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento					
	0	7	14	21	28	35
0 ppb	8,12Ac	10,37Ac	12,51Abc	13,69Abc	20,12Aab	23,30Aa
500 ppb	8,12Ab	11,32Ab	8,82Ab	12,36Ab	14,37Aab	22,04Aa
1000 ppb	8,12Ac	10,75Abc	13,06Abc	13,00Abc	18,32Aab	22,19Aa
1500 ppb	8,12Ac	9,57Abc	13,14Aabc	12,07Aabc	17,71Aab	19,53Aa

Média = 13,78

CV (%) = 31,37

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

Nos frutos do tratamento testemunha, foi observado incremento do “Ratio” durante todo o período, o que indica amadurecimento desde o primeiro dia de armazenamento. Nos frutos tratados com 500 ppb de 1-MCP, o “Ratio” manteve valores baixos até o 21º dia, a partir de então houve um aumento gradativo dos valores, devido a diminuição da acidez nesse período. Nos frutos tratados com 1000 ppb, se observou valores baixos de “Ratio” até o 12º dia. Os frutos tratados com 1500 ppb foram os que apresentaram os menores valores de ‘Ratio’ durante o período de armazenamento, pode-se dizer, então, que a dose de 1500 ppb de 1-MCP apresentou eficiência no controle do índice de maturação nos caquis refrigerados.

4.1.8 Firmeza

Os valores de firmeza para caquis ‘Rama Forte’ não destanizados e submetidos à aplicação de 1-MCP e armazenados à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, estão apresentados na Tabela 7.

Verificou-se que no sétimo dia, os frutos do tratamento testemunha e os frutos submetidos à 1-MCP na dose de 1000 ppb apresentaram valores estatisticamente menores que os frutos submetidos às doses de 500 e 1500 ppb de 1-MCP.

Tabela 7 - Firmeza (N) de caquis 'Rama Forte' não destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento					
	0	7	14	21	28	35
0 ppb	142,19Aa	121,76Bab	147,34Aa	112,53Aabc	80,70Abc	53,11Ac
500 ppb	142,19Aabc	191,86Aa	163,28Aab	131,32Aabc	95,81Acd	58,83Ad
1000 ppb	142,19Aa	114,57Bab	159,27Aa	122,74Aa	98,67Aab	55,16Ab
1500 ppb	142,19Aa	177,33Aa	147,34Aa	143,01Aa	78,86Ab	62,92Ab

Média = 120,258

CV (%) = 20,98

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

Os frutos do tratamento testemunha apresentaram perda da firmeza a partir do 14º dia, mesmo no sétimo dia ter apresentado valor menor, provavelmente devido à amostragem, pois o método de análise utilizado é destrutivo, de forma que os frutos comparados podem apresentar texturas iniciais diferentes.

Os frutos submetidos à 500 ppb de 1-MCP apresentaram queda a partir do 21º dia, se em comparação com os valores do primeiro dia do experimento. Os frutos submetidos às doses de 1000 e 1500 ppb apresentaram, até o 21º dia, firmeza semelhante à do início do experimento, sem perdas significativas. Foi possível observar acréscimo nos valores de firmeza nos tratamentos como consequência de ser uma análise destrutiva e da desuniformidade nos estádios de maturação dos frutos, somente revelada com o decorrer dos dias.

4.1.9 Índice de Adstringência

Os valores de índices de adstringência de caqui 'Rama Forte' não destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP, armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$, se encontram na Tabela 8.

Tabela 8 - Índice de adstringência de caqui 'Rama Forte' não destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP, armazenado à $0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento					
	0	7	14	21	28	35
0 ppb	5,00Aa	4,33Aa	3,66Aa	4,00Aa	4,66Aa	1,66Ab
500 ppb	5,00Aa	4,66Aa	4,33Aa	4,66Aa	4,00ABa	1,66Ab
1000 ppb	5,00Aa	5,00Aa	4,66Aa	5,00Aa	3,00Bb	1,33Ac
1500 ppb	5,00Aa	5,00Aa	3,66Aa	5,00Aa	3,66ABa	2,00Ab
Média = 4,038						
CV (%) = 16,75						

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

Foi verificado que no 28º dia de armazenamento, frutos tratados com 1-MCP apresentaram menor teor de adstringência se comparados com os frutos testemunhas. A redução da adstringência durante o desenvolvimento e amadurecimento de cultivares adstringentes está relacionado com a capacidade natural de remover o conteúdo de tanino existente na polpa do fruto, sugere-se que esta capacidade natural depende da quantidade de compostos voláteis, tais como etanol e acetaldeído produzidos pela semente durante o desenvolvimento do fruto, concordando com Seymour, Taylor e Tucker (1993) que relatam que a produção de etanol pela semente é provavelmente disparada pela condição de anaerobiose e altas concentrações de CO_2 no período de desenvolvimento do fruto.

Os frutos tratados com 500 ppb, 1500 ppb e testemunhas apresentaram diminuição de adstringência significativa no 35º dia, enquanto que os frutos tratados com 1000 ppb apresentaram diminuição de adstringência significativa já no 28º dia.

4.1.10 Ácido Ascórbico

Na Tabela 9 observa-se os resultados das médias de ácido ascórbico (mL ácido ascórbico 100 mL^{-1}) em caqui 'Rama Forte' não destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias.

Tabela 9 - Ácido ascórbico (mL ác. ascórbico 100 mL⁻¹) em caqui 'Rama Forte' não destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à 0 ± 0,5°C e 90 ± 5% UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento					
	0	7	14	21	28	35
0 ppb	25,91Aab	27,39Aa	21,81Aab	25,28Aab	17,10Aab	11,29ABb
500 ppb	26,99Aa	28,37Aa	18,59Aab	25,70Aa	18,07Aab	7,46Bb
1000 ppb	18,01Aa	29,38Aa	26,14Aa	19,74Aab	19,49Aab	8,97Bb
1500 ppb	29,03Aa	29,93Aa	22,63Aa	31,65Aa	23,15Aa	22,34Aa
Média = 22,685						
CV (%) = 26,11						

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

Foi verificada uma diferença estatística entre os tratamentos no 35º dia de análise, onde os frutos tratados com 1500 ppb de 1-MCP apresentaram valores de ácido ascórbico superiores aos demais. No 35º dia de armazenamento, os frutos tratados com 500, 1000 ppb de 1-MCP e testemunha, apresentaram seus menores teores de ácido ascórbico.

Ao longo do armazenamento, os frutos sem aplicação de 1-MCP apresentaram valores mais baixos que os demais. A parcela testemunha apresentou uma pequena elevação no teor de ácido ascórbico no sétimo dia, isso pode ser devido à disponibilidade de açúcares que são, em parte, convertidos em ácido ascórbico.

Os frutos com aplicação de 500 ppb de 1-MCP apresentaram seus maiores valores nos dias 0, 7 e 21, e valores mais baixos no 35º dia. Os frutos com aplicação da dose de 1000 ppb de 1-MCP apresentaram valores de ácido ascórbico altos até o 14º dia. Os frutos com aplicação de 1500 ppb de 1-MCP mantiveram altos teores de ácido ascórbico durante todo o armazenamento. Pode-se então dizer que a dose de 1500 ppb de 1-MCP foi eficiente na manutenção dos altos os teores de ácido ascórbico em caquis 'Rama Forte' não destanizados e armazenados sob refrigeração, durante 35 dias de armazenamento.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), os valores de ácido ascórbico tendem a diminuir com o amadurecimento e com o armazenamento de muitas hortícolas, devido à atuação direta da enzima ácido ascórbico oxidase (ascorbinase), ou pela ação de enzimas oxidantes como a peroxidase, sendo assim, pode-se dizer que 1500 ppb de 1-MCP controlou o amadurecimento do caqui 'Rama Forte' não destanizado mantido sob refrigeração.

4.1.11 Cor

Os valores de L (luminosidade) em polpa de caqui 'Rama Forte' não destanizado, submetido à aplicação de 1-MCP e armazenado sob refrigeração estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 - Variação da luminosidade em caqui 'Rama Forte' não destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento					
	0	7	14	21	28	35
0 ppb	60,73Aab	53,67Ab	63,36ABa	57,64Aab	62,40ABab	55,33Aab
500 ppb	60,73Aab	56,87Aabc	65,39Aa	58,43Aabc	55,39Bbc	51,36Ac
1000 ppb	60,73Aa	56,99Aa	57,46Ba	58,39Aa	59,13ABa	54,87Aa
1500 ppb	60,73Aab	59,06Aab	63,87ABa	60,92Aab	64,81Aa	54,52Ab
Média = 58,88						
CV (%) = 8,69						

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

Foi observado que os frutos tratados com a dose de 1000 ppb de 1-MCP não apresentaram diferença estatística até o último dia de análise, já os frutos tratados com 500 ppb e 1500 ppb apresentaram uma leve mudança do vermelho claro para o vermelho escuro no 35º dia (Apêndice A). Pode-se dizer, portanto, que a dose de 1000 ppb se apresentou a mais eficiente no controle de escurecimento dos frutos.

No dia 28 os frutos tratados com 1500 ppb de 1-MCP apresentaram maior luminosidade enquanto que os frutos tratados com 500 ppb apresentaram coloração laranja mais escura, decorrente do amadurecimento do fruto.

Os valores de Croma em caqui 'Rama Forte' não destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP, armazenado sob refrigeração são apresentados na Tabela 11.

Segundo Pinheiro (2009), os valores de cromagem expressam a intensidade da cor, ou seja, a saturação em termos de pigmentos da cor. O cromagem assume valores próximos a zero para cores neutras (cinzas) e ao redor de 60 para cores vívidas. Nesse experimento, segundo a Tabela 11, os valores variaram de 62,04 a 42,74. Em todos os tratamentos os frutos apresentaram diminuição dos valores de cromagem durante o armazenamento.

Tabela 11 - Cromo em caqui 'Rama Forte' não destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento					
	0	7	14	21	28	35
0 ppb	62,04Aa	46,99Ab	55,85Aab	52,59Aab	53,45Aab	49,31Ab
500 ppb	62,04Aa	51,88Abc	58,33Aa	53,30Aab	46,96Abc	42,74Ac
1000 ppb	62,04Aa	52,72Aab	52,36Aab	55,05Aab	50,58Ab	51,89Aab
1500 ppb	62,04Aa	53,67Aab	56,44Aab	56,38Aab	55,91Aab	46,47Ab
Média = 53,875						
CV (%) = 11,37						

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

Os valores de ângulo *Hue*, indicativo da tonalidade, em caqui 'Rama Forte' não destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP, armazenado sob refrigeração, estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 - $^{\circ}\text{Hue}$ em caqui 'Rama Forte' não destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento					
	0	7	14	21	28	35
0 ppb	63,35Ab	72,38Aa	72,88Aa	71,48Aa	72,58Aa	70,13Aab
500 ppb	63,35Ab	72,28Aa	72,36Aa	71,90Aa	72,10Aa	71,70Aa
1000 ppb	63,35Ab	70,93Aa	71,65Aa	71,57Aa	71,62Aa	71,86Aa
1500 ppb	63,35Ab	72,39Aa	71,68Aa	72,25Aa	73,80Aa	71,08Aa
Média = 70,41						
CV (%) = 5,92						

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

Valores na faixa de 0° indicam cor vermelha e 90° a cor amarela, valores entre 55° e 90° indicam diferentes tons de laranja. Os valores de $^{\circ}\text{Hue}$, neste experimento, variaram de 63,35 a 73,80, o que indica que esses frutos mantiveram a cor laranja até o fim do experimento.

Essa manutenção na cor se deve, provavelmente, ao fato de estarem sob refrigeração, o que ajuda a retardar o amadurecimento e a senescência desses frutos.

4.1.12 Pectinametilesterase (PME)

Os valores da atividade da enzima pectinametilesterase (PME) em caqui 'Rama Forte' não destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado sob refrigeração estão apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 - Atividade da enzima pectinametilesterase (UE min⁻¹ g⁻¹ de tecido fresco) em caqui 'Rama Forte' não destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à 0 ± 0,5°C e 90 ± 5% UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento					
	0	7	14	21	28	35
0 ppb	943,18Ac	1104,79Ac	1680,59Ac	2001,87Abc	6086,82ABab	6959,91Aa
500 ppb	943,18Aa	1186,35Aa	1035,65Aa	1038,60Aa	2829,58Ba	3359,64Aa
1000 ppb	943,18Ab	988,05Ab	1571,57Ab	3726,88Ab	9170,12Aa	4000,55Ab
1500 ppb	943,18Aa	703,09Aa	1186,18Aa	1593,60Aa	3725,38Ba	4064,16Aa
Média = 2574,38						
CV (%) = 69,75						

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

A solubilização de substâncias pécticas implica o envolvimento das enzimas pectinametilesterase e poligalacturonase nos processos de degradação da pectina (HULTIN e LEVINE, 1965; AHMAD e LABAVITCH, 1980; LIZADA, 1990). Segundo Fennema (1993), essas enzimas são comumente encontradas em frutos tropicais e suas atividades são sempre maiores durante a fase de maturação.

Verificou-se aumento na atividade da pectinametilesterase para todos os tratamentos, porém as doses de 500 ppb e 1500 ppb não apresentaram diferença significativa. No 28º dia de experimento, os frutos submetidos à dose de 1000 ppb apresentou maiores valores, enquanto que os frutos tratados com 500 e 1500 ppb de 1-MCP apresentaram os menores valores.

A PME atua removendo grupos metoxílicos (OCH₃) das substâncias pécticas, reduzindo o grau de metoxilação, liberando metanol e íons hidrogênio (H⁺) (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Notou-se neste trabalho que houve aumento da atividade dessa enzima ao longo do período de armazenamento, o que difere dos encontrados por Oliveira et al. (2005), que analisou aplicação de 1-MCP em pêssegos 'Diamante' e observou que nos frutos tratados com 1-MCP, houve

retardamento da atividade PME, indicando nesse caso, que o 1-MCP interferiu na degradação da pectina, mesmo a atividade aumentando linearmente tanto para os frutos tratados, como para os não tratados.

4.1.13 Poligalacturonase (PG)

Souza et al. (2009), verificaram que a aplicação de 1-MCP reduziu a atividade das enzimas PME e PG, em frutos de mamoeiro 'Golden', o que não ocorreu neste experimento. Segundo a Tabela 14, onde observa-se os valores de atividade da poligalacturonase em caquis 'Rama Forte' não destanizado, observa-se que não houve diferença significativa para os tratamentos, com exceção da dose de 1500 ppb de 1-MCP, que apresentou variação da atividade de PG, apresentando valor maior no dia 7 e menor valor no dia 14.

Tabela 14 – Atividade da enzima poligalacturonase (UE min⁻¹ g⁻¹ de tecido fresco) em Caqui 'Rama Forte' não destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à 0 ± 0,5°C e 90 ± 5% UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento					
	0	7	14	21	28	35
0 ppb	-352,17Aa	-296,57Aa	-670,17Aa	-253,04Aa	-51,84Aa	-0,37Aa
500 ppb	-352,17Aa	-422,18Aa	-400,01Aa	-277,97Aa	123,66Aa	-119,22Aa
1000 ppb	-352,17Aa	-541,27Aa	-128,06Aa	-240,90Aa	-132,83Aa	-276,43Aa
1500 ppb	-352,17Aab	75,23Aa	-676,31Ab	-114,30Aab	-113,49Aab	-238,49Aab
Média =	-256,80					
CV (%) =	-111,72					

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

Sales, Botrel e Coelho (2004) analisando a aplicação de 1-MCP em banana 'Prata-Anã', verificaram que não houve relação entre os valores de PG e a porcentagem de solubilização da pectina, pois em seus resultados foi verificado que o 1-MCP proporcionou a maior atividade de PG, porém provocou a menor solubilização.

4.1.14 Atividade Antioxidante

Os valores de capacidade antioxidante (%) obtidos em caquis 'Rama Forte' não destanizados, submetidos à aplicação de 1-MCP e armazenados em ambiente refrigerado estão apresentados na Tabela 15.

Tabela 15 - Capacidade antioxidante (%) obtidos em caquis 'Rama Forte' não destanizados e submetidos à aplicação de 1-MCP e armazenados à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento					
	0	7	14	21	28	35
0 ppb	99,97Aa	99,96Aa	99,97Aa	58,45Ab	65,82Ab	67,77Ab
500 ppb	74,17Ba	76,46Ba	67,72Ba	66,43Aa	64,94Aa	64,36Aa
1000 ppb	74,17Ba	79,16Bab	74,80Ba	58,56Ab	65,72 Aab	58,67Ab
1500 ppb	74,17Bab	79,35Ba	63,97Bb	63,00Ab	61,19Ab	64,96Ab
Média = 71,86						
CV (%) = 8,23						

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

Até o 14º dia, os frutos tratados com 1-MCP diferiram dos testemunha, apresentando valores inferiores de antioxidantes, porém a partir de então, os teores de antioxidantes dos frutos testemunhas diminuíram, se igualando estatisticamente aos frutos tratados.

Os frutos tratados com a dose de 500 ppb de 1-MCP apresentaram capacidade antioxidante estatisticamente constante durante todo o período de armazenamento.

Verificou-se que a utilização de 1-MCP não foi efetiva na manutenção da capacidade de antioxidante em caquis, resultados semelhantes foram obtidos por Cábria (2013) em abacate 'Hass'.

Kaur e Kapoor (2001) relataram que os compostos antioxidantes de ocorrência natural podem ser significativamente perdidos como consequência de processamento e armazenamento afetando assim a capacidade antioxidante do alimento.

4.1.15 Compostos Fenólicos Totais

Os valores de compostos fenólicos presentes nos caqui 'Rama Forte' não destanizados se encontram na Tabela 16.

Tabela 16 - Compostos fenólicos totais (mg ácido gálico 100g⁻¹ polpa) obtidos em caqui 'Rama Forte' não destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à 0 ± 0,5°C e 90 ± 5% UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento					
	0	7	14	21	28	35
0 ppb	43,41Aa	44,12Aa	25,92Aa	27,19Aa	21,58Aa	23,59Aa
500 ppb	43,41Aa	43,71Aa	23,93Aa	19,33Aa	15,80Aa	19,52Aa
1000 ppb	43,41Aab	54,36Aa	25,34Aab	17,39Ab	15,85Ab	16,92Ab
1500 ppb	43,41Aa	40,67Aa	15,02Aa	24,74Aa	18,55Aa	22,39Aa

Média = 28,73

CV (%) = 48,52

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

Observou-se que somente os valores dos frutos tratados com a dose de 1000 ppb de 1-MCP diferiram ao longo do armazenamento, apresentando queda dos valores no dia 21, diferindo dos resultados encontrados por Cábria (2013), onde observou-se aumento dos valores de compostos fenólicos em abacate 'Hass' submetidos à aplicação de 1-MCP.

4.1.16 Polifenoloxidase (PFO)

Os valores obtidos para a enzima PFO em frutos de caqui 'Rama Forte' não destanizados podem ser observados na Tabela 17.

Não houve diferença significativa entre os frutos submetidos às doses de 1-MCP e os da testemunha. Com relação aos dias de armazenamento observou-se acréscimo no valor de PFO no 28º dia, resultado do amadurecimento dos frutos. Segundo Abreu, Santos e Costa (1998), as variações na atividade da PFO são decorrentes das espécies, condições de cultivo e manejo das frutas. Por exemplo, em maçãs, há decréscimo da atividade da PFO com aumento do amadurecimento (COSETENG; LEE, 1987), enquanto para pêssegos (BASSI; SELLI, 1990), assim como observado nos caquis, o comportamento foi inverso.

Tabela 17 - Atividade da enzima polifenoloxidase ($\text{UE min}^{-1} \text{g}^{-1}$) em caqui 'Rama Forte' não destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento						Média
	0	7	14	21	28	35	
0 ppb	132,02	110,14	118,92	202,85	180,96	146,83	148,62A
500 ppb	132,02	183,5	109,21	85,93	165,38	161,72	139,63A
1000 ppb	132,02	174,51	122,5	121,05	215,28	226,41	165,30A
1500 ppb	132,02	120,91	97,43	125,94	208,02	174,26	143,10A
Média	132,02ab	147,27ab	112,02b	133,94ab	192,41a	177,31a	
CV (%) = 36,49							

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

Cábria (2013), trabalhando com abacates 'Hass' submetidos também à diferentes doses de 1-MCP, observou aumento dos teores de PFO durante os 18 dias de experimento, porém também verificou que não houve diferença estatística entre os frutos tratados com diferentes doses e a testemunha.

4.2 Experimento 2 – Aplicação de 1-MCP em caqui 'Rama Forte' destanizado

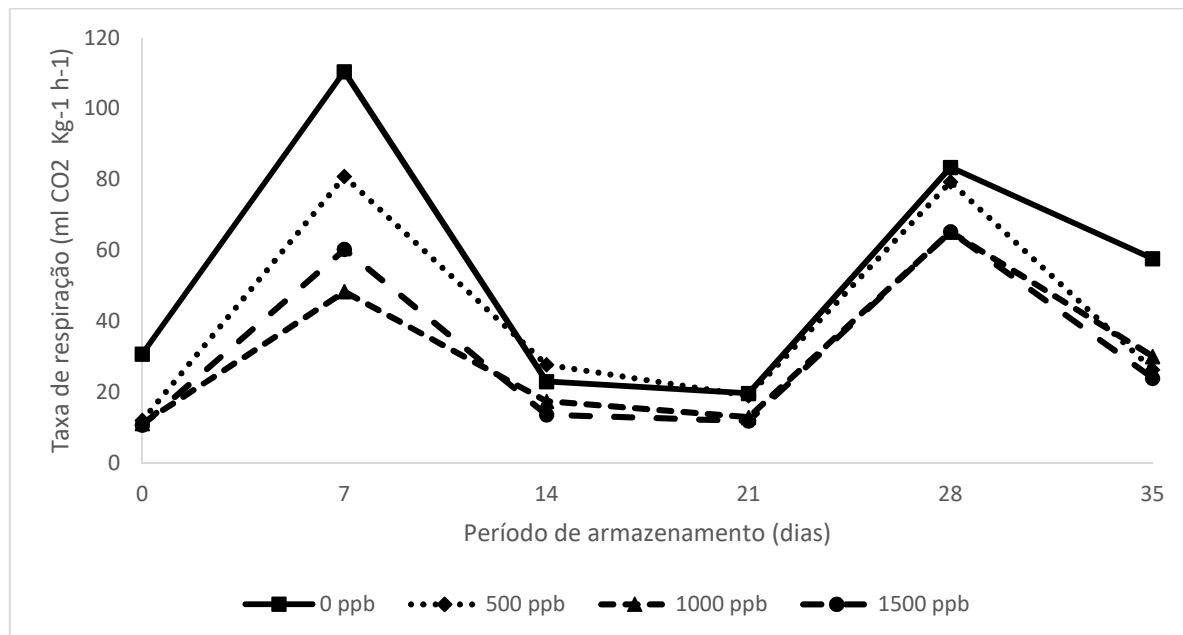
4.2.1 Atividade Respiratória

A Figura 10 apresenta a taxa respiratória ($\text{mL CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) de caquis 'Rama Forte' destanizados e tratados com diferentes doses de 1-MCP armazenado sob refrigeração.

Os frutos do tratamento testemunha apresentaram pico respiratório no dia 7, enquanto que nos frutos tratados com 1-MCP o pico climatérico aconteceu no 28º dia.

Os frutos tratados com as doses de 1000 ppb e de 1500 ppb tiveram comportamento semelhante ao longo do armazenamento, apresentando taxa respiratória menor que os demais, resultados semelhantes para essas doses foram observados no experimento com os frutos não destanizados (Figura 9).

Figura 10 - Taxa respiratória ($\text{mL CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) de caqui 'Rama Forte' destanzados e tratados com diferentes doses de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias



Manolopoulou e Papadopoulou (1998), citado por Vieites, Daiuto e Fumes (2012) e Chitarra (1998) afirmaram que a intensidade da taxa respiratória está inversamente relacionada com o potencial de armazenamento do fruto, sendo assim, pode-se dizer que a dose de 1000 ppb e 1500 ppb de 1-MCP permitiu que os frutos de caqui 'Rama Forte' destanzados pudessem ser armazenados por maior período, pela diminuição da taxa respiratória.

4.2.2 Perda de Massa

Os valores de perda de massa (%) de caquis 'Rama Forte' destanzados submetidos à aplicação de 1-MCP, armazenado à $0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR se encontram na Tabela 18.

Os frutos submetidos à dose de 500 ppb de 1-MCP não apresentaram diferença estatística significativa durante todo o período de armazenamento, e apresentaram, ao final do período, a menor perda de massa.

Os frutos submetidos à dose de 1000 ppb e os da testemunha não apresentaram diferença significativa entre si, apresentando as maiores perda de massa.

Tabela 18 - Perda de massa (%) de caquis 'Rama Forte' destanzado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento				
	7	14	21	28	35
0 ppb	1,33Ac	2,95Abc	2,65Aabc	3,37Aab	4,06Aa
500 ppb	1,16Aa	1,53Aa	1,99Aa	2,41Aa	2,41Ba
1000 ppb	1,40Ab	2,03Ab	2,79Aab	3,59Aa	4,05Aa
1500 ppb	1,32Ac	1,75Abc	2,38Aabc	3,06Aab	3,62ABa
Média = 2,45					
CV (%) = 25,69					

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

Para a maioria dos produtos hortícolas frescos, a máxima perda de massa fresca tolerada para o não aparecimento de murcha ou enrugamento da superfície oscila entre 5 e 10% (FINGER; VIEIRA, 2002). Neste trabalho foi observado que a perda de massa permaneceu em uma faixa aceitável, com máxima perda de massa em torno de 4,06%, e os caquis de todos os tratamentos, inclusive os do controle, ainda se apresentavam viáveis para a comercialização. Isto se deve ao fato de os frutos estarem sob armazenamento refrigerado, o que minimizou a perda de peso devido o efeito da transpiração.

A perda de massa está relacionada com a perda de água pelos tecidos vegetais, causa principal da deterioração, pois resulta não somente em perdas quantitavas, mas também na aparência (murchamento e enrugamento), nas qualidades texturais (amaciamento, perda da frescura e suculência) e na qualidade nutricional (KADER, 1992). Logo, a dose de 500 ppb de 1-MCP foi a mais eficiente na manutenção da qualidade dos caquis 'Rama Forte' destanzado, com relação à perda de massa.

Em comparação com os frutos não destanzados (Tabela 1), foi, também, observado que os frutos submetidos à destanização se apresentaram mais sensíveis à ação do 1-MCP com relação à perda de massa.

4.2.3 Açúcares redutores (AR)

Os teores de açúcares redutores nos caquis 'Rama Forte' destanzados e submetidos à aplicação de 1-MCP armazenados sob refrigeração se encontram na Tabela 19.

Tabela 19 - Teores de açúcares redutores (% de glicose) de caquis 'Rama Forte' destanzado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento					
	0	7	14	21	28	35
0 ppb	17,38Aa	16,03Aa	15,81Aa	15,52Aa	16,65Aa	18,26Aa
500 ppb	17,28Aa	13,02Ab	15,75Aab	15,97Aab	15,78Aab	17,58Aa
1000 ppb	17,38Aab	13,32Ac	13,68Abc	18,82Aa	17,46Aab	15,41Aab
1500 ppb	17,38Aa	13,84Aa	14,18Aa	17,45Aa	17,64Aa	16,68Aa
Média = 16,24						
CV (%) = 9,70						

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

Não foi observada diferença estatística entre os frutos dos diferentes tratamentos com relação ao teor de açúcar redutor.

Os frutos dos tratamentos testemunha e os tratados com 1500 ppb de 1-MCP não apresentaram variação significativa dos teores de açúcares ao longo do período de armazenamento. Os frutos dos tratamentos 500 ppb e 1000 ppb apresentaram variação dos teores de açúcares ao longo do período de armazenamento, provavelmente como consequência de ser uma análise destrutiva, mesmo assim, estatisticamente falando, as médias do dia zero e do dia 35 não diferem significativamente entre si.

O conteúdo total de açúcares na polpa do fruto pode variar de 10,2 a 19,6% nas variedades adstringentes, neste trabalho os teores de açúcares redutores se encontraram entre 13,02 a 18,82%, portanto dentro da faixa dos valores esperados. Valores muito semelhantes foram encontrados no experimento 1 com os frutos não destanzados (Tabela 2), podendo concluir que nem o 1-MCP nem a destanização interferiram nos teores de açúcares redutores em caquis 'Rama Forte'.

4.2.4 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Os valores de pH para polpas de caquis ‘Rama Forte’ destanzados submetidos à diferentes doses de aplicação de 1-MCP, armazenados à $0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR se encontram na Tabela 20.

Tabela 20 - Potencial hidrogeniônico (pH) obtidos em caquis ‘Rama Forte’ destanzados, submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados à $0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento					
	0	7	14	21	28	35
0 ppb	5,36Ab	5,45Aab	5,50Aab	5,39Ab	5,52Aab	5,60Aa
500 ppb	5,36Aa	5,46Aa	5,52Aa	5,45Aa	5,53Aa	5,52Aa
1000 ppb	5,36Ab	5,48Aab	5,48Aab	5,44Ab	5,47Aab	5,65Aa
1500 ppb	5,36Ac	5,47Aabc	5,55Aab	5,40Abc	5,55Aab	5,58Aa
Média = 5,48						
CV (%) = 1,35						

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

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), o amadurecimento de frutos leva ao aumento nos valores de pH. Segundo os resultados apresentados, o pH aumentou com o passar dos dias de armazenamento, porém os frutos tratados com 500 ppb apresentaram pH sem diferença estatística ao longo dos 35 dias de armazenamento, se apresentando, portanto, mais eficiente na manutenção do pH baixo em caqui ‘Rama Forte’ destanzados.

Neste experimento foram encontrados valores de pH variando de 5,36 a 5,65, valores próximos aos encontrados no experimento com os frutos não destanzados (Tabela 3), e também semelhantes aos encontrados por Shimizu et al (2002) em caquis ‘Rama Forte’ destanzados com álcool, cujo pH variou de 5,08 a 6,13.

4.2.5 Acidez Titulável (AT)

Os valores de acidez titulável (g de ácido málico 100g^{-1} de polpa), nas polpas de caquis ‘Rama Forte’ destanzados submetidos à diferentes doses de aplicação de 1-MCP e armazenados à $0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, se encontram na Tabela 21.

Tabela 21 - Acidez titulável (g de ácido málico 100g⁻¹ de polpa) obtidas em caquis 'Rama Forte' destanizados, submetidos a diferentes doses de 1-MCP; armazenados à 0 ± 0,5°C e 90 ± 5% UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento					
	0	7	14	21	28	35
0 ppb	2,65Aa	2,21Aab	1,88Aab	1,82Aab	1,64Ab	1,37Ab
500 ppb	2,65Aa	1,90Aab	1,90Aab	1,82Aab	1,67Ab	1,29Ab
1000 ppb	2,65Aa	1,93Aab	2,22Aab	1,70Ab	1,61Ab	1,54Ab
1500 ppb	2,65Aa	1,62Ab	1,80Ab	1,62Ab	1,57Ab	1,20Ab
Média = 1,86						
CV (%) = 18,79						

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

Os valores de acidez dos frutos de todos os tratamentos se apresentaram mais altos no primeiro dia, tendendo a diminuir durante o armazenamento. Os frutos da testemunha e com aplicação de 500 ppb apresentaram queda nos valores de acidez a partir do 28º dia, os frutos com aplicação da dose de 1000 ppb, apresentaram queda a partir do 21º dia, e os frutos com aplicação da dose de 1500 ppb apresentaram queda nos valores de acidez já no sétimo dia.

Pode-se dizer assim, que quanto maior a dose de 1-MCP em caquis 'Rama Forte' destanizados, mais cedo os frutos tenderam a perder a acidez. Esse comportamento não significa necessariamente que os frutos tratados estão mais amadurecidos que os da testemunha, visto que os frutos da testemunha se apresentaram com textura menos firme, então pode-se correlacionar essa manutenção de acidez alta nos frutos da testemunha com a degradação da parede celular. Segundo Costa e Balbino (2002), valores altos de acidez se devem à formação do ácido galacturônico no processo de degradação da parede celular, processos que ocorreram durante o amadurecimento do caqui.

4.2.6 Sólidos Solúveis (SS)

Os teores de sólidos solúveis para caquis 'Rama Forte' destanizados, submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados à 0 ± 0,5°C e 90 ± 5% UR se encontram na Tabela 22.

Tabela 22 - Teor de sólidos solúveis (°Brix) obtidos em caquis 'Rama Forte' destanizados, submetidos a diferentes doses de 1-MCP (0, 500, 1000 e 1500 ppb), armazenados à $0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento					
	0	7	14	21	28	35
0 ppb	20,16Aa	21,1Aa	21,30Aa	21,3Aa	19,93Aa	23,03Aa
500 ppb	20,16Aa	19,90Aa	20,4Aa	21,66Aa	19,93Aa	22,2Aa
1000 ppb	20,16Aab	22,06Aab	19,16Ab	25,26Aa	20,66Aab	21,63Aab
1500 ppb	20,16Ab	20,56Aab	19,86Ab	25,50Aa	21,36Aab	21,30Aab
Média = 21,20						
CV (%) = 10,08						

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

Os frutos do tratamento testemunha e os tratados com a dose de 500 ppb de 1-MCP não apresentaram diferença no teor de SS ao longo do período de armazenamento. Os frutos submetidos às doses de 1000 ppb e 1500 ppb apresentaram menores valores de SS no dia 14 e maiores valores no dia 21. Murray e Valentini (1998) citam que estas variações no teor de SS frequentemente observadas em caquis e frutos de caroço deve-se ao grande número de variáveis associadas, entre elas a bioconversão de açúcares, a formação de moléculas solúveis na parede celular, o balanço de ácidos orgânicos e a solubilização de sais. Na maioria dos frutos os SS são compostos quase que totalmente (90%) por açúcares. Os principais açúcares presente na polpa do caqui são sacarose, glicose e frutose (SENER et al., 1991). A sacarose é hidrolisada a glicose e frutose (açúcares redutores), através da enzima invertase. Durante o amadurecimento, ocorre aumento da atividade da invertase em caquis, produzindo uma variação na composição de açúcares durante o amadurecimento (ITTAH, 1993). Provavelmente no 14º dia o baixo teor de SS presente nos frutos se deve ao consumo de açúcares pelo processo de respiração, e o aumento no 21º dia pode ser pela atividade da enzima invertase atuando na bioconversão de açúcares, processo comum durante o amadurecimento dos frutos.

Os valores de SS encontrados neste experimento, que variaram de 19,16 a 25,50 °Brix, foram pouco menores que os encontrados no experimento 1, em frutos não destanizados (Tabela 5), que variaram de 20,16 a 27,03; resultados

semelhantes foram encontrados por Shimizu et al. (2002), onde observaram maiores teores de SS em caquis 'Rama Forte' não destanizado do que nos frutos destanizados. Segundo Forbus, Payne e Senter (1991), Senter et al. (1991) e Sugiura, Kataoka e Tomana (1983), em frutos adstringentes, os sólidos solúveis, medidos com refratômetro, seriam um resultado da soma dos açúcares com o tanino solúvel, o que aconteceu neste trabalho.

4.2.7 Índice de Maturação (Ratio)

Os valores de "Ratio" obtidos em caquis 'Rama Forte' destanizados, submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados à $0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias, se encontram na Tabela 23.

Tabela 23 - Índice de maturação (Ratio) obtidos em caquis 'Rama Forte' destanizados, submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados à $0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento					
	0	7	14	21	28	35
0 ppb	8,12Ab	9,57Ab	11,28Ab	11,84Aab	12,41Aab	17,19Aa
500 ppb	8,12Ab	12,47Aab	11,01Ab	11,93Aab	11,91Aab	17,58Aa
1000 ppb	8,12Ac	12,07Aabc	8,60Abc	15,34Aa	12,77Aabc	14,11Aab
1500 ppb	8,12Ab	13,23Aab	11,04Aab	15,81Aa	13,63Aab	16,42Aa

Média = 12,20

CV (%) = 19,87

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

Não foi observada diferença estatística entre os tratamentos com relação ao índice de maturação.

Os frutos de todos os tratamentos apresentaram elevação do "Ratio" ao longo do período de armazenamento o que indica avanço do amadurecimento. Os frutos com aplicação da dose de 1000 ppb, assim como os frutos da dose de 1500 ppb apresentaram valores altos de 'Ratio' no dia 21 devido ao fato de terem apresentado baixos teores de acidez nesse período.

4.2.8 Firmeza

Os valores de firmeza para caquis 'Rama Forte' destanzados e submetidos à aplicação de 1-MCP e armazenados à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, estão apresentados na Tabela 24.

O amolecimento é uma das principais mudanças que ocorrem durante o amadurecimento dos frutos de caquis. Na parede celular, a porção de pectina e hemicelulose diminuem durante o amadurecimento e como consequência há uma grande perda da firmeza na polpa do fruto (CUTILLAS-UTURRALDE; ZARRA; LORENCES, 1993). Verificou-se que até o 28º dia, os frutos do tratamento testemunha se apresentaram com menor firmeza se comparados com os frutos submetidos à aplicação de 1-MCP. No 35º dia, não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos, provavelmente devido ao aparecimento de doenças, que só se manifestaram durante o armazenamento.

Tabela 24 - Firmeza (N) de caquis 'Rama Forte' destanzado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento					
	0	7	14	21	28	35
0 ppb	142,19Aa	83,35BCab	114,16Aab	82,78Bab	56,18Bb	44,04Ab
500 ppb	142,19Aa	156,08Aa	169,00Aa	133,61ABa	99,90ABab	34,89Ab
1000 ppb	142,19Aa	60,47Cb	126,26Aab	111,95Bab	121,56Aab	65,13Ab
1500 ppb	142,19Aa	127,97ABa	145,05Aa	192,86Aa	58,22ABbc	39,22Ac

Média = 107,98

CV (%) = 27,48

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

No 28º dia, os frutos submetidos à aplicação de 1000 ppb de 1-MCP mantiveram-se significativamente mais firmes, apresentando índice de firmeza de 121,56 N, enquanto que os frutos testemunhas apresentaram índice de firmeza 56,18 N.

Foi possível observar acréscimo nos valores de firmeza dos frutos de alguns tratamentos como consequência de ser uma análise destrutiva e da desuniformidade nos estádios de maturação dos frutos, somente revelada com o

decorrer dos dias. Mesmo assim foi possível verificar que os frutos tratados com 1-MCP apresentaram os maiores valores de firmeza até o 28º dia, sendo considerada como mais eficiente, a dose de 1000 ppb de 1-MCP.

4.2.9 Cor

Os valores de L (luminosidade) em caqui 'Rama Forte' destanizado, submetido à aplicação de 1-MCP e armazenado sob refrigeração estão apresentados na Tabela 25.

Tabela 25 - Variação da luminosidade em caqui 'Rama Forte' destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento					
	0	7	14	21	28	35
0 ppb	59,74Aa	39,74Cc	61,97Aa	54,57Aab	50,08Ab	46,02Abc
500 ppb	59,74Aab	53,63ABbc	63,38Aa	59,71Aab	51,78Abc	45,09Ac
1000 ppb	59,74Aab	47,79Bcd	65,73Aa	60,05Aab	55,91Abc	43,64Ad
1500 ppb	59,74Aab	57,57Abc	67,56Aa	59,56Aab	49,56Acd	41,93Ad
Média = 54,76						
CV (%) = 9,43						

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

A luminosidade nos caquis 'Rama Forte' destanizados variou durante o período de armazenamento pelo fato de a análise ser destrutiva e terem sido utilizados frutos diferentes em cada dia de amostragem.

Observou-se diminuição da luminosidade dos frutos de todos os tratamentos. Foi verificado que os frutos testemunha apresentaram menor luminosidade que os demais, o que implica no ganho da coloração alaranjada (no caso) escura, decorrente do próprio amadurecimento do fruto (Apêndice A).

No 35º dia, os frutos 'Rama Forte' destanizados apresentaram menor luminosidade se comparados com os não destanizados (Tabela 10), cuja média ficou em torno de 48,10. Segundo Muñoz (2002), a destanização com etanol causa um amadurecimento mais rápido nos frutos de caquis 'Rama Forte', promovendo o escurecimento da cor da casca e da polpa, o que provavelmente ocorreu neste trabalho.

Os valores de Cromo em caqui 'Rama Forte' destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP, armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR se encontram na Tabela 26.

Tabela 26 - Cromo em caqui 'Rama Forte' destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento					
	0	7	14	21	28	35
0 ppb	66,22Aa	29,34Bd	57,86Aa	55,27Aab	40,61Acd	46,34Abc
500 ppb	66,23Aa	51,48Abc	60,45Aab	59,15Aab	42,42Ac	43,64Ac
1000 ppb	66,23Aa	42,79Ac	59,46Aab	57,71Aab	48,22Abc	39,15Ac
1500 ppb	66,23Aa	52,76Abc	60,24Aab	54,19Ab	41,48Acd	36,71Ad

Média = 51,84

CV (%) = 13,12

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

Observou-se que a média dos frutos testemunha apresentaram valores menores que as demais, e a dos frutos sob aplicação de dose 500 ppb apresentaram os maiores valores de croma, apresentando frutos de cores mais vívidas.

No dia 7, os frutos do tratamento testemunha apresentaram valores menores que os demais, provavelmente devido à amostragem ser destrutiva, pois no 14º dia obervou-se aumento do croma.

Segundo Pinheiro (2009), os valores de croma expressam a intensidade da cor, ou seja, a saturação em termos de pigmentos da cor. O croma assume valores próximos a zero para cores neutras (cinzas) e ao redor de 60 para cores vívidas. Segundo a média geral por dia de amostragem, os frutos mantiveram cores vívidas até o 21º dia, provavelmente devido ao armazenamento em baixa temperatura. Em todos os tratamentos os frutos apresentaram diminuição dos valores de croma durante o armazenamento.

Os valores de ângulo $^{\circ}\text{Hue}$, indicativo da tonalidade, em caqui 'Rama Forte' destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP, armazenado sob refrigeração, estão apresentados na Tabela 27.

Verifica-se que o $^{\circ}\text{Hue}$ aumentou em todos os tratamentos com o decorrer do tempo. Os frutos do tratamento testemunha apresentaram a menor média em

comparação com os demais. Os frutos da testemunha apresentaram valores baixos até o sétimo dia, vindo a aumentar a partir do 14^o dia, enquanto os frutos tratados com 1-MCP, independente das doses não apresentaram diferença estatística ao longo do período de armazenamento.

Tabela 27 -^oHue em caqui 'Rama Forte' destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à 0 ± 0,5°C e 90 ± 5% UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento					
	0	7	14	21	28	35
0 ppb	60,17Ab	56,29Bb	70,73Aa	70,22Aa	70,85Aa	69,61Aa
500 ppb	60,17Aa	72,47Aa	71,99Aa	72,36Aa	73,84Aa	67,77Aa
1000 ppb	60,17Aa	67,40Aa	72,05Aa	69,85Aa	71,17Aa	70,64Aa
1500 ppb	60,17Aa	71,35Aa	72,51Aa	71,56Aa	69,30Aa	68,88Aa
Média = 68,39						
CV (%) = 5,81						

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

Valores na faixa de 0° indicam cor vermelha e 90° a cor amarela, valores entre 55 e 90° indicam diferentes tons de laranja. Os valores de ^oHue, neste experimento, variaram de 56,29 a 73,84, o que indica que esses frutos tiveram sua coloração variando dentro de diferentes tons de laranja.

Essa manutenção da cor alaranjada se deveu, provavelmente, ao fato de estarem sob refrigeração. Rinaldi (1998) e Rinaldi, Ferri e Rombaldi (1998) também observaram que caquis armazenados sob refrigeração, com temperatura abaixo de 5°C, não apresentam uma significativa evolução da coloração. Porém, as causas bioquímico-moleculares ainda não foram elucidadas.

4.2.10 Pectinametilesterase (PME)

Os valores da atividade da enzima pectinametilesterase (PME) em caqui 'Rama Forte' não destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado sob refrigeração estão apresentados na Tabela 28.

Verificou-se que no sétimo dia de experimento, os frutos tratados com 1500 ppb de 1-MCP e os da testemunha apresentaram menores valores de PME, enquanto que os frutos sob as doses de 500 ppb e 1000 ppb apresentaram maior atividade. No 21^o dia, os frutos 1500 ppb ainda apresentaram uma menor atividade da enzima

PME. No 28º dia, os frutos sob a dose 1500 ppb e 500 ppb apresentaram menor atividade.

Tabela 28 - Atividade da enzima pectinametilesterase (UE min⁻¹ g⁻¹ de tecido fresco) em caqui 'Rama Forte' destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à 0 ± 0,5°C e 90 ± 5% UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento					
	0	7	14	21	28	35
0 ppb	934,18Ac	1728,92Bc	3087,45Abc	7394,45Aab	8870,84Aa	8943,17Aa
500 ppb	934,18Ac	8521,28Aab	1912,67Ac	3951,70ABbc	3803,94Bbc	10079,48Aa
1000 ppb	934,18Ac	10018,78Aa	2119,73Abc	3865,55ABbc	6113,70ABab	5869,04Aabc
1500 ppb	943,18Ab	1112,18Bb	3626,74Ab	1407,72Bb	3710,59Bb	10050,84Aa
Média = 4581,73						
CV (%) = 46,19						

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

Os frutos testemunha apresentaram aumento progressivo da atividade PME ao longo do armazenamento, enquanto que os frutos tratados com 1-MCP apresentaram maior variação no decorrer do tempo, apresentando aumento no sétimo dia e posterior queda no 14º dia, e novamente aumentou até o final do armazenamento.

Os frutos submetidos à dose de 1500 ppb de 1-MCP apresentaram menor média, tendo menor atividade dessa enzima, apresentando retardamento da atividade PME, indicando que a dose de 1500 ppb interferiu na degradação da pectina, mantendo os frutos em melhores condições por um período maior de tempo.

4.2.11 Poligalacturonase (PG)

Os valores da atividade da enzima poligalacturonase (PG) em caqui 'Rama Forte' destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP, armazenado sob refrigeração estão apresentados na Tabela 29.

Tabela 29 - Atividade da enzima poligalacturonase ($\text{UE min}^{-1} \text{g}^{-1}$ de tecido fresco) em caqui 'Rama Forte' destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento					
	0	7	14	21	28	35
0 ppb	2584,55Aa	307,71Ab	190,47Ab	357,08Ab	334,11Ab	304,31Ab
500 ppb	2584,55Aa	184,89Ab	548,19Ab	591,32Ab	208,90Ab	363,29Ab
1000 ppb	2584,55Aa	129,59Ab	231,79Ab	173,99Ab	474,31Ab	182,53Ab
1500 ppb	2584,55Aa	240,26Ab	303,96Ab	212,24Ab	310,10Ab	382,93Ab
Média = 682,09						
CV (%) = 100,07						

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

Não ocorreu diferença estatística entre os frutos dos diferentes tratamentos, assim como encontrado por Cábria (2013) com aplicação de 1-MCP em abacate 'Hass'. Todos os tratamentos apresentaram altos valores no primeiro dia, decaindo a atividade da PG logo no sétimo dia, e a partir de então a atividade se manteve constante até o 35º dia. Resultados diferentes dos encontrados por Moraes (2012), que verificou que a PG aumentou ao longo do armazenamento de caquis 'Giombo' destanizados, submetidos à aplicação de CaCl_2 , e relacionou esse aumento ao amolecimento dos frutos.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005) o aumento da atividade de enzimas como a PG, é indicativo do amaciamento dos tecidos e do avanço no grau de amadurecimento em frutas climatéricas, porém no presente trabalho esses valores não se correlacionaram com o amaciamento dos frutos.

4.2.12 Atividade Antioxidante

Os valores de capacidade antioxidante (%) obtidos em caquis 'Rama Forte' destanizados, submetidos à aplicação de 1-MCP e armazenados em ambiente refrigerado estão apresentados na Tabela 30.

Os frutos com aplicação das doses de 500 ppb e 1000 ppb de 1-MCP apresentaram melhor manutenção da atividade antioxidante, sendo que os frutos tratados com 1000 ppb apresentaram altos valores até o sétimo dia, e os tratados com 500 ppb apresentaram taxas elevadas de atividade até o 14º dia de análise.

Os frutos tratados com 1500 ppb de 1-MCP e os testemunhas apresentaram queda na atividade antioxidante desde o primeiro dia de armazenamento.

Tabela 30 - Capacidade antioxidante (%) obtidos em caquis 'Rama Forte' destanzados e submetidos à aplicação de 1-MCP e armazenados à $0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento					
	0	7	14	21	28	35
0 ppb	67,29Aa	64,17Aab	60,67Aab	61,32Aab	50,31ABb	53,75Aab
500 ppb	67,29Aa	67,50Aa	65,17Aa	43,81Bb	42,27Bb	55,66 Aab
1000 ppb	67,28Aa	67,71Aa	60,15Aab	48,37ABb	61,48Aab	54,61Aab
1500 ppb	67,29Aa	61,19Aab	56,40Aab	50,72ABb	59,79Aab	57,89Aab
Média = 58,75						
CV (%) = 10,81						

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

Os valores encontrados nesse experimento são menores que os encontrados no experimento anterior, de caqui 'Rama Forte' sem destanização (Tabela 15).

Verificou-se que a utilização de 1-MCP não foi efetiva na manutenção da capacidade de antioxidante em caquis 'Rama Forte' destanzados durante muitos dias, resultados semelhantes foram obtidos por Cábria (2013) em abacate 'Hass'. Kaur e Kapoor (2001) relataram que os compostos antioxidantes de ocorrência natural podem ser significativamente perdidos como consequência de processamento e armazenamento afetando assim a capacidade antioxidante do alimento, isto explica a diminuição de antioxidantes ao longo do armazenamento dos caquis 'Rama Forte' destanzados.

4.2.13 Compostos Fenólicos Totais

Os valores de compostos fenólicos presentes nos caqui 'Rama Forte' destanzados se encontram na Tabela 31.

Observou-se em todos os tratamentos a diminuição do teor de fenólicos totais, diferindo dos resultados encontrados por Cábria (2013), onde foi observado aumento dos valores de compostos fenólicos em abacate 'Hass' submetidos à aplicação de 1-MCP.

Tabela 31 - Compostos fenólicos totais (mg ácido gálico 100g⁻¹ polpa) obtidos em caqui 'Rama Forte' destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à 0 ± 0,5°C e 90 ± 5% UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento					
	0	7	14	21	28	35
0 ppb	47,05Aa	20,05Ab	21,65Ab	22,37Bb	23,93Ab	21,83Ab
500 ppb	47,05Aa	20,40Ab	35,60Aab	24,58Bab	21,68Ab	21,58Ab
1000 ppb	47,05Aa	19,72Ab	22,41Ab	69,30Aa	21,13Ab	22,06Ab
1500 ppb	47,05Aab	21,04Ac	21,04Ac	57,37Aa	24,56Abc	24,07Abc

Média = 30,24

CV (%) = 33,23

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

Os frutos dos tratamentos 1000 ppb e 1500 ppb tiveram comportamento semelhante, apresentando no sétimo dia, uma queda nos valores de fenólicos totais, com aumento desses valores no 21º dia, e logo em seguida uma nova diminuição desses valores. Os frutos tratados com 500 ppb de 1-MCP e os da parcela testemunhas apresentaram diminuição dos teores fenólicos já na primeira semana de análise, mantendo esses valores baixos até o final do experimento.

4.2.14 Polifenoloxidase (PFO)

Os valores obtidos para a enzima PFO em frutos de caqui 'Rama Forte' destanizados podem ser observados na Tabela 32.

A partir do 21º dia, os frutos da testemunha e os submetidos à dose de 500 ppb de 1-MCP foram os tratamentos que apresentaram a maior atividade dessa enzima. Enquanto que os frutos submetidos à 1000 ppb e 1500 ppb de 1-MCP, apresentaram diminuição da atividade da PFO a partir do sétimo dia, decaindo a atividade enzimática até o último dia de experimento.

Segundo Clemente e Pastore (1998), o controle da atividade da polifenoloxidase torna-se de grande importância para a tecnologia de alimentos, pois que juntamente com a peroxidase, são responsáveis pelo escurecimento nas frutas e vegetais bem como nos produtos processados. Neste trabalho foi verificado

que as doses de 1000 ppb e 1500 ppb associadas ao armazenamento refrigerado diminuíram a atividade dessa enzima.

Tabela 32 - Atividade da enzima polifenoloxidase ($\text{EU min}^{-1} \text{g}^{-1}$) em caqui 'Rama Forte' destanzado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento					
	0	7	14	21	28	35
0 ppb	132,02Ac	244,87Aabc	267,40Aab	313,98Aa	244,87ABabc	185,11Abc
500 ppb	132,02Ac	262,94Aab	278,11Aa	260,93Aab	269,38Aab	152,30Abc
1000 ppb	132,02Ab	268,38Aa	264,75Aa	124,63Bb	154,72Bab	150,96Aab
1500 ppb	132,02Ab	282,82Aa	271,46Aa	215,13ABab	211,86ABab	127,13Aab

Média = 212,56

CV (%) = 22,06

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

4.3 Experimento 3 – aplicação de 1-MCP em caqui 'Kyoto'

4.3.1 Atividade Respiratória

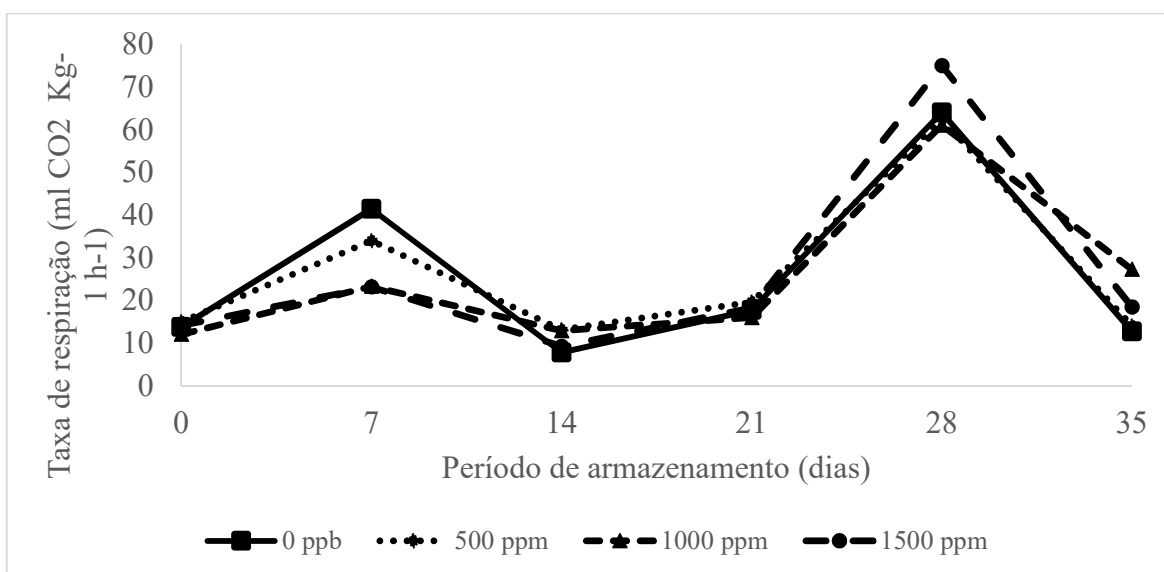
A Figura 11 apresenta a taxa respiratória ($\text{mL CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{rh}^{-1}$) de caquis 'Kyoto' tratados com diferentes doses de 1-MCP armazenado sob refrigeração.

Observou-se a ocorrência do pico climatérico no dia 28 para todos os tratamentos.

No dia 28, os frutos com maior taxa respiratória foram os submetidos à dose de 1500 ppb de 1-MCP, enquanto que os frutos da testemunha, com aplicação de 500 ppb e 1000 ppb apresentaram valores semelhantes entre si.

Diferentemente dos experimentos realizados com caquis 'Rama Forte', que apresentaram pico climatérico no sétimo dia (Figuras 9 e 10), nos frutos de caquis 'Kyoto' o pico climatérico foi se manifestar mais tardiamente, no 28º dia de armazenamento, demonstrando com isso que essa variedade de caqui tem maior período para comercialização e armazenamento, apresentando metabolismo menos acelerado.

Figura 11 - Taxa respiratória (mL CO₂ Kg⁻¹ h⁻¹) de caqui 'Kyoto' tratados com diferentes doses de 1-MCP armazenado à 0 ± 0,5°C e 90 ± 5% UR, por 35 dias



Diferentemente dos resultados encontrados nos experimentos 1 e 2 (Figuras 9 e 10), neste experimento 3 foi verificado que o 1-MCP não foi eficiente no controle da respiração.

4.3.2 Perda de Massa

Os valores de perda de massa acumulada (%) de caquis 'Kyoto' submetidos à aplicação de 1-MCP, sob refrigeração, se encontram na Tabela 33.

Tabela 33 - Perda de massa acumulada (%) de caquis 'Kyoto' submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à 0 ± 0,5°C e 90 ± 5% UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento				
	7	14	21	28	35
0 ppb	1,11Aa	1,50Aa	1,81Aa	2,13Aa	2,26Aa
500 ppb	1,27Ab	1,73Aab	2,23Aab	2,71Aa	2,67Aa
1000 ppb	1,41Ab	1,96Aab	2,49Aab	3,03Aa	3,20Aa
1500 ppb	1,29Ac	1,76Aabc	2,28Aabc	2,81Aab	3,11Aa

Média = 2,13

CV (%) = 13,39

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

Não houve diferença entre os frutos dos diferentes tratamentos com relação à aplicação de 1-MCP.

Os frutos tratados com 1000 ppb de 1-MCP apresentaram, no final dos 35 dias, a maior perda de massa, e os frutos testemunhas a menor porcentagem de perda de massa.

Os frutos com aplicação de 1-MCP apresentaram perdas significativas de massa ao longo do período de armazenamento. Nos frutos tratados com 500 ppb observou-se aumento significativo de perda de massa nos dias 14 e 28. Nos frutos tratados com 1000 ppb esse aumento ocorreu somente no dia 28. Nos frutos tratados com 1500 ppb, houve diferença estatisticamente significativa em todos os dias de análise.

Vale destacar que, para a maioria dos produtos hortícolas frescos, a máxima perda de massa tolerada para o não aparecimento de murcha ou enrugamento da superfície oscila entre 5 a 10% (FINGER; VIEIRA, 2002). Sendo assim, as perdas de massa do caqui 'Kyoto', apresentadas neste experimento, encontram-se dentro do intervalo aceitável. A baixa perda de massa encontrada neste experimento provavelmente se deve ao fato de os frutos estarem armazenados em ambiente refrigerado e com alta taxa de umidade o ar, o que dificulta a perda de água por transpiração.

Neste experimento o 1-MCP não se mostrou eficiente no controle da perda de massa nos frutos de caqui 'Kyoto' mantidos sob refrigeração.

4.3.3 Açúcares Redutores (AR)

Os teores de açúcares redutores em caquis 'Kyoto' submetidos à aplicação de 1-MCP armazenados sob refrigeração se encontram na Tabela 34.

Não foi observada diferença estatística entre os frutos dos diferentes tratamentos. Os frutos da testemunha, e sob aplicação das doses de 500 ppb e 1500 ppb de 1-MCP não apresentaram diferença dos teores de açúcares redutores ao longo do período de armazenamento, assim como os resultados encontrados nos experimentos com caquis 'Rama Forte' (Tabelas 2 e 19). Segundo Blankenship e Dole (2003), apenas alguns trabalhos registram efeitos do 1-MCP na conversão do amido em açúcares, mas os resultados podem variar entre espécies, cultivares,

condições de crescimento e estágio de maturação, fato este verificado neste trabalho.

Tabela 34 - Teores de açúcares redutores (% de Glicose) de caquis 'Kyoto' submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento					
	0	7	14	21	28	35
0 ppb	13,53Aa	14,96Aa	14,59Aa	17,98Aa	16,47Aa	15,05Aa
500 ppb	13,53Aa	17,29Aa	16,87Aa	24,51Aa	15,98Aa	16,43Aa
1000 ppb	13,53Aab	14,64Aab	12,78Ab	14,94Aab	18,29Aa	15,86Aab
1500 ppb	13,53Aa	17,40Aa	17,14Aa	15,48Aa	16,80Aa	16,92Aa
Média = 15,60						
CV (%) = 13,39						

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

Nos frutos submetidos à dose de 1000 ppb foi observada variação dos teores de açúcares ao longo do período de armazenamento, provavelmente como consequência de ser uma análise destrutiva, mesmo assim, estatisticamente, as médias do dia zero e do dia 35 não diferiram significativamente entre si.

Diferentemente dos resultados encontrados neste trabalho, Moraes (2012) verificou aumento nos teores de AR no 14º dia de armazenamento, em caquis 'Giombo' não destanizado submetido à aplicação de CaCl_2 , armazenados sob refrigeração.

4.3.4 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Os valores de pH para polpas de caquis 'Kyoto' submetidos à diferentes doses de aplicação de 1-MCP, armazenados à $0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR estão apresentados na Tabela 35.

Os frutos dos diferentes tratamentos não apresentaram diferença estatística durante o período de armazenamento. Resultados semelhantes foram encontrados por Blum e Ayub (2009) com aplicação de 1-MCP em caquis 'Kyotos' mantidos em temperatura de $20 \pm 4^\circ\text{C}$, onde não se observou interação entre os fatores dose x tempo.

Tabela 35 - Potencial hidrogeniônico (pH) obtidos em caquis 'Kyoto', submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento						Média
	0	7	14	21	28	35	
0 ppb	5,53	5,64	5,72	5,63	5,68	5,78	5,66A
500 ppb	5,53	5,51	5,56	5,73	5,57	5,64	5,59A
1000 ppb	5,53	5,57	5,57	5,63	5,57	5,73	5,60A
1500 ppb	5,53	5,52	5,62	5,65	5,59	5,64	5,59A
Média	5,53B	5,56AB	5,62AB	5,66AB	5,60AB	5,70A	
CV (%) = 2,47							

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

Segundo os resultados apresentados neste trabalho, o pH aumentou com o passar dos dias de armazenamento. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), o amadurecimento de frutos leva ao aumento nos valores de pH.

Neste experimento foram encontradas médias por tratamentos, de pH, variando de 5,59 a 5,66, valores menores aos encontrados por Blum e Ayub (2009), que obtiveram médias entre 5,81 a 5,92 em caquis 'Kyotos' submetidos à aplicação de 1-MCP e armazenado em temperatura de $20 \pm 4^{\circ}\text{C}$. Verifica-se então que o 1-MCP não afetou o pH de caquis 'Rama Forte'.

4.3.5 Acidez Titulável (AT)

Os valores de acidez (g de ácido málico 100g^{-1} de polpa) nas polpas de caquis 'Kyoto' submetidos à diferentes doses de aplicação de 1-MCP e armazenados à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR estão apresentados na Tabela 36.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), as frutas, durante o amadurecimento, perdem rapidamente a acidez, devido à utilização como substrato no processo respiratório ou sua conversão em açúcares, porém em alguns casos, acontece um pequeno aumento nos valores no decorrer da maturação. Segundo Costa e Balbino (2002), esse aumento de acidez se deve à formação do ácido galacturônico no processo de degradação da parede celular, processos que ocorreram durante o amadurecimento do caqui.

Tabela 36 - Acidez titulável (g de ácido málico 100g⁻¹ de polpa) obtidas em caquis 'Kyoto', submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados à 0 ± 0,5°C e 90 ± 5% UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento					
	0	7	14	21	28	35
0 ppb	1,61Aab	1,42Abc	1,13Bc	1,91ABa	1,80Aab	1,39Abc
500 ppb	1,61Abc	1,34Acd	1,04Bd	2,07Aa	1,83Aab	1,49Abc
1000 ppb	1,61Aab	1,52Aabc	1,20Bbc	1,48Cabc	1,68Aa	1,14Ac
1500 ppb	1,61Aa	1,56Aa	1,69Aa	1,63BCa	1,49Aa	1,26Aa
Média = 1,52						
CV (%) = 13,69						

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

Nesse experimento foi observado que os frutos testemunhas e os com aplicação da dose de 500 ppb apresentaram comportamento semelhante, abaixando os valores no 14º dia, e aumentando no 21º dia. Os frutos com aplicação de 1000 ppb de 1-MCP apresentaram queda na acidez até o 14º dia, apresentando seu maior valor no dia 28, e tornando a decair esse valor no 35º dia.

Os frutos tratados com 1500 ppb de 1-MCP não apresentaram diferenças estatísticas ao longo de todo o período de armazenamento, logo, essa dose controlou a variação da AT durante o armazenamento. Resultados diferentes foram encontrados por Blum e Ayub (2009), onde verificaram aumento da acidez nos frutos tratados com 1-MCP até o 16º dia, com posterior redução, porém sendo menos acentuada nos frutos conforme aumento da dose de 1-MCP.

4.3.6 Sólidos Solúveis (SS)

Os teores de SS para caquis 'Kyoto' submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados à 0 ± 0,5°C e 90 ± 5% UR se encontram na Tabela 37.

Durante o período de armazenamento os frutos da testemunha e os tratados com 1000 ppb e 1500 ppb de 1-MCP não apresentaram diferença estatística significativa nos teores de SS.

Tabela 37 - Teor de sólidos solúveis (°Brix) obtidos em caquis 'Kyoto', submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento					
	0	7	14	21	28	35
0 ppb	20,26Aa	20,13Ba	19,80Aa	22,80Aa	23,40Aa	24,03ABa
500 ppb	20,26Ab	21,60ABab	23,10Aab	20,16Ab	22,63Aab	25,13Aa
1000 ppb	20,26Aa	23,83ABa	20,83Aa	20,96Aa	24,10Aa	23,60ABa
1500 ppb	20,26Aa	24,33Aa	20,76Aa	23,56Aa	21,60Aa	20,23Ba
Média = 21,98						
CV (%) = 8,75						

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

Os frutos tratados com 500 ppb apresentaram variações de SS ao longo do armazenamento. Murray e Valentini (1998) citam que estas variações no teor de SS frequentemente observadas em caquis e frutos de caroço deve-se ao grande número de variáveis associadas, entre elas a bioconversão de açúcares, a formação de moléculas solúveis na parede celular, o balanço de ácidos orgânicos e a solubilização de sais. Os frutos tratados com 500 ppb de 1-MCP apresentaram aumento no teor de SS no 35º dia, o que provavelmente indica que continuou seu amadurecimento. Ito (1971) relata que durante o desenvolvimento do caqui, ocorreu aumento no conteúdo dos açúcares redutores, chegando ao teor máximo no final do amadurecimento.

No final do experimento, no 35º dia, os frutos tratados com 1500 ppb apresentaram os menores valores de SS, diferindo dos demais tratamentos. Logo a dose de 1500 ppb foi eficiente no controle dos SS, provavelmente através da inibição da ação do etileno, o qual não afetou a taxa de degradação do amido, cuja hidrólise é uma das reações responsáveis pelo aumento dos teores de SS nos frutos.

Os valores de sólidos solúveis em caquis 'Kyoto' encontrados nesse trabalho, em média por tratamento, variam de 21,74 a 22,26. Esses resultados obtidos foram superiores aos relatados por Blum e Ayub (2009), que encontraram valores na faixa de 16,0 a 16,3 em caquis 'Kyoto' com aplicação de 1-MCP em temperatura de $20 \pm 4^{\circ}\text{C}$.

4.3.7 Índice de Maturação (Ratio)

Os valores de “Ratio” obtidos em caquis ‘Kyoto’ submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias se encontram na Tabela 38.

Os frutos tratados com 500 ppb e com 1000 ppb apresentaram variação de “Ratio” ao longo do armazenamento, apresentando elevação dos teores no 35º dia, devido à queda da acidez nesse período, o que pode indicar avanço do amadurecimento.

Os frutos tratados com 1500 ppb e os da testemunha não apresentaram diferença significativa durante os 35 dias de armazenamento.

A relação SS/AT é um dos índices mais utilizados para a determinação da maturação e da palatabilidade dos frutos. Chitarra e Chitarra (2005) relatam que o equilíbrio entre os ácidos orgânicos e açúcares é muito importante na avaliação do sabor dos frutos. Assim, no presente trabalho, observou-se que o 1-MCP não afetou essa variável para caquis ‘Kyoto’ armazenados sob refrigeração.

Tabela 38 - Índice de maturação (Ratio) obtidos em caquis ‘Kyoto’, submetidos a diferentes doses de 1-MCP (0, 500, 1000 e 1500 ppb), armazenados à $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento					
	0	7	14	21	28	35
0 ppb	12,60Aa	14,06Aa	17,62Aa	11,95Aa	13,52Aa	17,48Aa
500 ppb	12,60Abc	16,17Ab	12,35Bbc	9,77Ac	12,45Abc	16,84Aa
1000 ppb	12,60Ab	15,99Aab	17,54Aab	14,13Ab	14,80Aab	20,71Aa
1500 ppb	12,60Aa	15,87Aa	12,44Ba	14,41Aa	14,58Aa	16,05Aa

Média = 14,98

CV (%) = 21,32

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

Assim como no presente trabalho, Coccozza et al. (2004) observou que também não houve influência dos tratamentos de 1-MCP em manga ‘Tommy Atkins’ para esta característica. Cábia (2013) também não observou influência dos tratamentos de 1-MCP para essa característica em abacate ‘Hass’.

4.3.8 Firmeza

Os valores de firmeza para caquis 'Kyoto' submetidos à aplicação de 1-MCP e armazenados à $0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, estão apresentados na Tabela 39.

Tabela 39 - Firmeza (N) de caquis 'Kyoto' submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento					
	0	7	14	21	28	35
0 ppb	179,49Aa	115,88Aab	121,76Aab	175,45Aa	73,71Bb	84,25Bb
500 ppb	179,49Aa	135,66Aa	118,90Aa	149,96Aa	36,36Bb	48,62Bb
1000 ppb	179,49Aa	169,16Aa	141,05Aab	149,55Aab	121,56Aab	107,05Ab
1500 ppb	179,49Aa	138,68Aa	147,51Aa	154,70Aa	45,76Bb	64,56Bb
Média = 122,58						
CV (%) = 22,54						

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

Verificou-se que os frutos tratados com 500 ppb, 1500 ppb e os testemunhas apresentaram firmes até o 21º dia, enquanto que os frutos tratados com 1000 ppb de 1-MCP apresentaram amolecimento estatisticamente significativo somente no 35º dia, ainda assim se apresentavam mais firmes que os frutos tratados com as outras doses.

Blum e Ayub (2009) encontraram médias de 47,61 N; 55,03 N e 57,84 N em caquis 'Kyoto' tratados com diferentes doses de 1-MCP (0; 500 ppb e 1000 ppb) e armazenados em temperatura ambiente, durante 20 dias, valores muito abaixo dos encontrados nesse trabalho, podemos concluir, dessa forma, que o armazenamento refrigerado ajuda muito na conservação da firmeza em caquis.

Verificou-se que a dose de 1000 ppb de 1-MCP se apresentou mais eficiente na manutenção da firmeza de caquis Kyoto.

Foi possível observar um acréscimo nos valores de firmeza em alguns tratamentos como consequência de ser uma análise destrutiva e da desuniformidade nos estádios de maturação dos frutos, somente revelada com o decorrer dos dias.

4.3.9 Cor

Os valores de L (luminosidade) em caqui 'Kyoto' submetido à aplicação de 1-MCP e armazenado sob refrigeração podem ser observados na Tabela 40.

Tabela 40 - Variação da luminosidade em caqui 'Kyoto' submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento					
	0	7	14	21	28	35
0 ppb	42,83Aab	35,47ABb	44,47Aa	42,87Aab	46,18Aa	39,81Bab
500 ppb	42,83Aab	31,41Bc	48,87Aa	46,71Aa	45,22Aa	36,54Bbc
1000 ppb	42,83Aa	32,99ABb	46,29Aa	45,57Aa	45,05Aa	49,18Aa
1500 ppb	42,83Aa	39,49Aa	43,46Aa	47,77Aa	47,04Aa	40,20Ba
Média = 42,74						
CV (%) = 11,89						

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

Com relação à luminosidade do caqui 'Kyoto', verificou-se nos frutos tratados com 1000 ppb e 1500 ppb de 1-MCP as maiores médias, indicando frutos mais claros (Apêndice A).

Houve uma diminuição da luminosidade em todos os frutos no dia 7, provavelmente devido a algum problema na amostragem. A luminosidade nos caquis 'Kyoto' também variou durante o período de armazenamento, apresentando aumentos da luminosidade, pelo fato de a análise ser destrutiva e terem sido utilizados frutos diferentes em cada dia de amostragem.

Os frutos da testemunha e os com aplicação de 500 ppb de 1-MCP, ao final do 35º dia apresentaram-se mais escurecidos com relação aos valores obtidos no primeiro dia do experimento, enquanto que os frutos tratados com 1000 ppb e 1500 ppb não apresentaram diferença estatística entre o primeiro e o 35º dia de armazenamento demonstrando que essas doses se apresentaram eficientes no controle do escurecimento em caquis 'Kyoto'.

Os valores de Cromo em caqui 'Kyoto' e submetido à aplicação de 1-MCP, armazenado sob refrigeração, podem ser observados na Tabela 41.

Tabela 41 - Cromo em caqui 'Kyoto' submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento					
	0	7	14	21	28	35
0 ppb	35,83Aab	27,24Ab	34,70Aab	34,58Aab	39,33Aa	31,06ABab
500 ppb	35,82Aab	26,72Ab	38,92Aa	40,21Aa	35,40Aab	26,23Bb
1000 ppb	35,83Aab	25,01Ab	36,07Aab	39,01Aa	32,87Aab	39,99Aa
1500 ppb	35,83Aab	29,92Ab	32,57Aab	42,00Aa	36,86Aab	31,75ABab
Média = 34,32						
CV (%) = 19,34						

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

Segundo Pinheiro (2009), os valores de croma expressam a intensidade da cor, ou seja, a saturação em termos de pigmentos da cor. O croma assume valores próximos a zero para cores neutras (cinzas) e ao redor de 60 para cores vívidas. Nesse experimento, segundo a Tabela 41, os valores variaram de 25,01 a 42,00. Ao contrário do ocorrido com os caquis 'Rama Forte' não destanizados (Tabela 11) e destanizados (Tabela 26), os valores deste experimento não diminuíram ao longo de tempo de armazenamento para todos os tratamentos.

Os frutos tratados com as duas maiores doses de 1-MCP apresentaram as maiores médias de croma. No dia 35 os frutos com maiores valores de croma foram os tratados com 1500 ppb de 1-MCP e os frutos com menores valores, os submetidos à dose de 500 ppb. Todos os frutos apresentaram queda do valor de croma no dia 7.

Os frutos da testemunhas apresentaram maior valor no dia 28; os frutos submetidos à dose de 500 ppb, no dia 14 e 21; os frutos tratados com 1000 ppb, no dia 21 e 35 e os frutos tratados com 1500 ppb no dia 21.

Logo, após 35 dias de armazenado, a dose de 1500 ppb de 1-MCP manteve elevado o croma em caquis 'Kyoto' armazenado sob refrigeração.

Os valores de ângulo $^{\circ}\text{Hue}$, indicativo da tonalidade, em caqui 'Kyoto' submetido à aplicação de 1-MCP, armazenado sob refrigeração, estão apresentados na Tabela 42.

Tabela 42 - $^{\circ}Hue$ em caqui 'Rama Forte' destanizado e submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à $0 \pm 0,5^{\circ}C$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento					
	0	7	14	21	28	35
0 ppb	61,68Aa	64,32Aa	64,28Aa	64,81Aa	64,36Aa	60,58Ba
500 ppb	61,68Aab	60,08Aab	66,54Aa	66,58Aa	63,37Aab	59,03Bb
1000 ppb	61,68Aa	63,31Aa	62,48Aa	64,65Aa	64,58Aa	68,21Aa
1500 ppb	61,68Aa	65,21Aa	66,31Aa	65,32Aa	64,59Aa	62,41ABa
Média = 63,65						
CV (%) = 6,59						

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

Observou-se que os frutos tratados com 1000 ppb e 1500 ppb apresentaram as maiores médias. O valor de $^{\circ}Hue$ apresentou aumento até o dia 21, apresentando tendência à queda depois desse período.

Os frutos da testemunha e os tratados com 1000 ppb e 1500 ppb não apresentaram variação estatística ao longo do período de armazenamento. Nos frutos tratados com 500ppb observou-se um aumento no dia 14 e 21 e uma leve queda no dia 35.

No 35º dia de armazenamento, os frutos tratados com 1500 ppb de 1-MCP apresentaram os maiores valores de $^{\circ}Hue$, se apresentando, portanto, laranjas porém mais amarelados.

Valores na faixa de 0° indicam cor vermelha e 90° a cor amarela, valores entre 55 e 90° indicam diferentes tons de laranja. Os valores de $^{\circ}Hue$, neste experimento, variaram de 59,03 a 68,21, o que indica que esses frutos se mantiveram com a cor laranja.

Pode-se concluir que a dose de 1500 ppb foi a mais eficaz para controlar a mudança de coloração da casca dos caquis 'Kyoto'.

4.3.10 Pectinametilesterases (PME)

Os valores da atividade da enzima pectinametilesterase (PME) em caqui 'Kyoto' submetido à aplicação de 1-MCP armazenado sob refrigeração estão apresentados na Tabela 43.

Tabela 43 - Atividade da enzima pectinametilesterase (UE min⁻¹ g⁻¹ de tecido fresco) em caqui 'Kyoto' submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à 0 ± 0,5°C e 90 ± 5% UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento					
	0	7	14	21	28	35
0 ppb	2136,35Ab	4379,83Aab	2704,34Aab	8356,80Aa	7937,62Aa	8334,51Aa
500 ppb	2136,35Ab	2215,55Ab	4715,30Aab	7621,38Aab	10206,28Aa	10206,28Aa
1000 ppb	2136,35Ab	2069,78Ab	4571,41Aab	5374,02Aab	9723,80Aa	9774,19Aa
1500 ppb	2136,35Ac	2046,00Ac	3545,21Ac	3250,36Bc	10262,72Aab	12492,51Aa

Média = 5755,55

CV (%) = 42,48

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

Os valores observados, durante o armazenamento para a atividade da PME, demonstraram que o 1-MCP retardou a ação da PME, atrasando a degradação da pectina.

Os frutos da testemunha mantiveram baixa atividade da PME somente no primeiro dia, tendo sua maior atividade a partir do dia 21. Os frutos tratados com 500 ppb e 1000 ppb de 1-MCP mantiveram baixa a atividade dessa enzima até o sétimo dia, apresentando maior atividade no 28º dia. Já os frutos tratados com a dose de 1500 ppb apresentaram os melhores resultados, com baixa atividade dessa enzima até o 21º dia, tendo sua maior atividade no 35º dia. Observou-se, portanto, que o 1-MCP retardou a atividade dessa enzima.

A importância da PME no amaciamento dos frutos é ampliada, quando se considera que essa enzima pode contribuir direta ou indiretamente para a ação de outras, ao criar um ambiente iônico adequado ou, possivelmente, ao modificar a porosidade da parede celular, favorecendo, assim, o acesso de outras enzimas aos seus substratos potenciais. A atividade da PME facilita a atuação da

poligalacturonase (PG), que participa diretamente do processo de amadurecimento dos frutos (BICALHO et al., 2000). De acordo com Manrique e Lajolo (2004), a PME participa do processo de amolecimento dos frutos, desesterificando o polímero de ácido galacturônico (pectina), enquanto a PG catalisa a hidrólise das ligações β -1,4 entre os resíduos de ácido galacturônico no interior da cadeia de pectina. A função da PME no processo de amaciamento de frutos é desmetilar o C6 de cada unidade de protopectina, possibilitando o reconhecimento pela PG (CHEFTEL; CHEFTEL, 1992). Portanto, a atividade da PME deve preceder à atividade da PG, no sentido de facilitar a atividade desta última. De acordo com os autores, a PG teria maior afinidade pelo substrato linear, desesterificado, após a atuação da PME. Estes resultados sugerem a efetividade do 1-MCP na prevenção do amaciamento.

4.3.11 Poligalacturonase (PG)

Os valores da atividade da enzima poligalacturonase (PG) em caqui 'Kyoto' submetido à aplicação de 1-MCP, armazenado sob refrigeração, podem ser observados na Tabela 44.

Tabela 44 - Atividade da enzima poligalacturonase (UE min⁻¹ g⁻¹ de tecido fresco) em caqui 'Kyoto' submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à 0 ± 0,5°C e 90 ± 5% UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento						Média
	0	7	14	21	28	35	
0 ppb	1038,62	1246,29	1099,18	868,94	773,25	439,1	910,91
500 ppb	1038,62	685,4	987,68	899,77	1019,67	1171,41	965,59
1000 ppb	1038,62	875,01	998,58	1004,43	904,98	1145,12	994,46
1500 ppb	1038,62	862,31	856,48	693,5	415,46	952,48	803,14
Média	1038,62	917,25	983,23	866,66	778,34	927,05	
CV (%) = 37,29							

Não houve efeito no tratamento ($p > 0,05$) e na interação tratamento x armazenamento ($p > 0,05$).

Não foi observada interação significativa entre os fatores estudados (doses x dias) para atividade da PG. Porém observou-se que para os frutos tratados com 1-MCP a maior atividade dessa enzima foi no dia 35, enquanto que para os frutos testemunhas, a maior atividade se encontra no dia 7, ocorrendo sua diminuição ao longo do período de armazenamento. Segundo Abele e Takeda (1989), a

diminuição na atividade da PG provavelmente se deve à falta de substrato para ação da enzima ou pela existência de outro complexo enzimático. De acordo com Fisher e Bennet (1991), Fry (1995) e Huber (1983), outras enzimas, tais como a β -galactosidase, β -1,4 glucanase ou celulase, entre outras, podem provocar a quebra do polímero pécico.

4.3.12 Atividade Antioxidante

Os valores de capacidade antioxidante (%) obtidos em caquis 'Kyoto' submetidos à aplicação de 1-MCP e armazenados em ambiente refrigerado estão apresentados na Tabela 45.

Não foi observada interação significativa entre os fatores estudados (doses x dias) para a atividade antioxidante.

Os valores de antioxidantes encontrados nesse trabalho estão de acordo com os encontrados por Mendonça (2016) em caquis Kyoto sob atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado.

Tabela 45 - Capacidade antioxidante (%) obtidos em caquis 'Kyoto' submetidos à aplicação de 1-MCP e armazenados à $0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento						Média
	0	7	14	21	28	35	
0 ppb	46,37	53,09	60,33	56,64	58,45	52,71	55,60a
500 ppb	46,37	55,73	47,68	58,31	59,38	58,53	54,33a
1000 ppb	46,37	56,21	54,68	61,51	59,56	55,09	55,57a
1500 ppb	46,37	60,11	60,21	60,00	60,88	55,62	57,20a
Média	46,37B	56,29A	55,72A	59,11A	59,57A	55,48A	
CV (%) = 12,50							

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

Assim como verificado em caquis 'Rama Forte' (Tabela 15 e 30), a utilização de 1-MCP não se demonstrou efetiva na manutenção da capacidade de antioxidante em caquis, resultados semelhantes também foram observados por Cábria (2013) em abacate 'Hass'.

4.3.13 Compostos Fenólicos Totais

Os valores de compostos fenólicos presentes nos caquis 'Kyoto' se encontram na Tabela 46.

Tabela 46 - Compostos fenólicos totais (mg ácido gálico 100g⁻¹ polpa) obtidos em caqui 'Kyoto' submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à 0 ± 0,5°C e 90 ± 5% UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento					
	0	7	14	21	28	35
0 ppb	23,02Ab	27,81Aab	31,27Aa	21,34Ab	24,48Aab	26,11Aab
500 ppb	23,17Aa	29,51Aa	26,16ABa	21,68Aa	21,90Aa	22,22Aa
1000 ppb	23,01Aa	29,77Aa	22,07Bab	23,07Aab	25,05Aab	21,48Ab
1500 ppb	23,02Aa	29,99Aa	24,56ABa	27,94Aa	27,62Aa	24,48Aa

Média = 25,00

CV (%) = 13,18

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

Foi observado que os frutos dos tratamentos de 500 ppb e 1500 ppb não apresentaram diferenças significativas ao longo do período de armazenamento.

Enquanto os frutos da testemunha apresentaram aumento nos teores de compostos fenólicos, os frutos submetidos à 1000 ppb apresentaram diminuição desse composto.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005) fisiologicamente as plantas reagem em condições de estresse, como mecanismo de defesa, produzindo maior quantidade de compostos fenólicos, evento ocorrido com os frutos da testemunha. Rodriguez, Lopes e García (2010) trabalhando com amora, maracujá, goiaba e mamão, observaram também que a capacidade antioxidante aumentou durante o amadurecimento dos frutos.

A diminuição dos compostos fenólicos nos frutos tratados com 1000 ppb de 1-MCP provavelmente está relacionada à diminuição da produção de etileno por esses frutos. O etileno é um importante hormônio vegetal responsável pela síntese de fenólicos, tanto dos ácidos fenólicos simples como dos flavonóides, através das enzimas PAL, PPO e chalcona sintetase (RODRIGUES; ONO, 2001). Jiang, Joyce e Terry (2001) afirmaram que dosagem de 1-MCP aceleraram o desenvolvimento

de doenças em morango, em função da inibição da síntese de fenilalanina-amônio-liase (PAL) e de compostos fenólicos, o que pode ter ocorrido neste trabalho.

Os frutos dos tratamentos 500 ppb e 1500 ppb não apresentaram diferença significativa, sendo observada ao longo do período de avaliação preservação do teor de compostos fenólicos para os frutos desses tratamentos. Uma explicação para tal fato é que baixas temperaturas podem acionar o metabolismo fenilpropanoide (secundário) através do aumento na atividade da enzima Fenilalanina amônioliase (PAL) (COUTURE et al., 1993). Segundo Beer et al. (2003) o aumento do metabolismo secundário pode promover o aumento da síntese de compostos fenólicos, compensando a oxidação dos mesmos. Assim, um balanço entre síntese e oxidação de fenóis pode ter ocorrido.

4.3.14 Polifenoloxidase (PFO)

Os valores obtidos para a enzima PFO em frutos de caqui 'Kyoto' podem ser observados na Tabela 47.

Tabela 47 - Atividade da enzima polifenoloxidase (UE min⁻¹ g⁻¹) em caqui 'Kyoto' submetido à aplicação de 1-MCP armazenado à 0 ± 0,5°C e 90 ± 5% UR, por 35 dias

Tratamento	Dias de armazenamento					
	0	7	14	21	28	35
0 ppb	320,50Ab	218,17Ab	266,66Ab	513,47ABa	587,51Aa	240,11Ab
500 ppb	320,50Abc	295,61Ac	270,31Ac	537,07Aa	499,43ABab	229,35ABc
1000 ppb	320,50Aab	277,19Aab	241,68Aab	428,06ABa	357,95Ba	143,37Bb
1500 ppb	320,50Aa	272,56Aa	336,00Aa	357,49Ba	351,29Ba	186,92Ba
Média =	328,84					
CV (%) =	23,45					

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

Os frutos tratados com 1500 ppb de 1-MCP apresentaram estatisticamente as menores atividades da enzima PFO a partir do 21º dia, se juntando a ele no 28º dia, os frutos tratados com 1000 ppb de 1-MCP. No dia 21, os frutos com maior atividade enzimática foram os submetidos à dose de 500 ppb; nos dias 28 e 35, os frutos com maior atividade da PFO foram os testemunhas.

Foi observado um pico da atividade enzimática da PFO no dia 21, para os frutos da testemunha e os tratados com as doses de 500 ppb e 1000 ppb, tendendo a

decair a atividade dessa enzima para os frutos desses três tratamentos nos dias seguintes. Já os frutos tratados com 1500 ppb, a enzima PFO não apresentou diferença estatística ao longo de todo o período de armazenamento.

As PFOs atuam sobre os compostos fenólicos causando sua oxidação a quinonas na presença de O_2 com escurecimento dos tecidos devido a polimerização delas ou sua reação com aminoácidos e proteínas (Chitarra; Chitarra, 2005). Pode-se, então, dizer que a dose de 1500 ppb foi a mais eficiente no controle da oxidação e escurecimento causado pela enzima PFO. E também correlacionar o aumento da atividade dessa enzima com a diminuição dos fenólicos no 21º dia de experimento, para os frutos da testemunha e tratados com 1000 ppb.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A demanda progressiva no consumo de caqui devido à sua qualidade nutricional, excelente sabor e o curto período de safra fazem com que a cultura venha se destacando nas pesquisas científicas. Esses frutos são produzidos também visando a exportação, por esse motivo se fazem necessários estudos voltados para o prolongamento de sua conservação pós-colheita.

Neste intuito, o trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar os efeitos da aplicação de 1-MCP em caquis 'Rama Forte' e 'Kyoto', visando o aumento do período de conservação pós-colheita desses frutos, melhorando sua oferta no mercado nacional durante a entressafra e possibilitando também, sua exportação sem a perda de qualidade dos frutos.

O 1-MCP se apresentou eficiente no controle do amadurecimento dos frutos. Nos frutos 'Kyoto', ao final de 35 dias, alguns frutos submetidos ao 1-MCP ainda se apresentavam verdes. Os frutos 'Rama Forte' que foram submetidos à destanização foram os que apresentaram melhor aparência com relação ao 1-MCP. Os frutos testemunhas ficaram murchos e com um aspecto aguado, enquanto que os submetidos ao tratamento com as diferentes doses de 1-MCP se apresentavam aptos ao consumo.

Durante o armazenamento, os frutos apresentaram manchas provenientes de ataques de doenças ocorridos antes da colheita, que se tornaram perceptíveis após um período de armazenamento. Isso pode ter interferido em alguns resultados em relação à composição química, visto que esses frutos atacados apresentaram amadurecimento precoce.

As variações obtidas na aparência e composição dos frutos durante todo o armazenamento podem ter sido causadas, além de ataques de patógenos antes da colheita, também pelo amadurecimento desuniforme dos mesmos.

Seria interessante a simulação da comercialização dos frutos após o armazenamento refrigerado para avaliar o comportamento da firmeza e da qualidade, pois a grande preocupação em relação ao armazenamento refrigerado é a acelerada redução da firmeza de polpa após a remoção dos frutos da refrigeração.

Seria também interessante a realização de análise sensorial nos frutos tratados com 1-MCP depois de amadurecidos para saber se o produto afeta o sabor da polpa.

Seriam oportunos também, estudos com análises laboratoriais voltadas para verificação de efeito residual do produto nos frutos.

6 CONCLUSÕES

Nas condições em que foram realizados os experimentos o trabalho foi realizado, os resultados permitem concluir que:

- A aplicação de 1-MCP associada ao armazenamento refrigerado foi eficiente no controle do amadurecimento dos caquis 'Rama Forte' e 'Kyoto'.
- Em caquis 'Rama Forte' não destanizados a melhor dose foi a de 1500ppb de 1-MCP, pois foi eficiente no controle do "Ratio", taxa respiratória, firmeza e manteve altos os teores de ácido ascórbico, e os frutos submetidos a qualquer dose de 1-MCP apresentaram baixos teores de sólidos solúveis.
- Em caquis 'Rama Forte' submetidos à destanização o 1-MCP, independente da dose, se apresentou eficiente na manutenção da firmeza e acidez nos frutos.
- Em caquis 'Kyoto', a melhor dose foi a de 1500ppb de 1-MCP, se apresentando a mais eficiente no controle da acidez, cor, atividade da PG e PFO.

REFERÊNCIAS

ABELE, F. B.; TAKEDA, F. Increase cellulase activity during blackberry fruit ripening. **HortScience**, Alexandria, v. 24, n. 5, p. 851, 1989.

ABREU, C. M. P.; SANTOS, C. D.; COSTA, L. Efeito da embalagem de polietileno e da refrigeração no escurecimento interno e na atividade de peroxidase e polifenoloxidase, durante a maturação de abacaxi (*Ananas comosus* (L) Mess cv. Smooth Cayenne). **Ciência e Tecnologia**, Campinas, v. 22, n. 4, p. 454-465, 1998.

AHMAD, A. E.; LABAVITCH, J. M. Cell wall metabolism in ripening fruits. **Plant Physiology**, Rockville, v. 65, n. 5, p. 1009-1013, 1980.

ANTONIOLLI, L. R. **Remoção da adstringência e armazenamento refrigerado de frutos de caquizeiro (*Diospyros kaki* L.) cv. Giombo**. 1999. 83 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1999.

ANTONIOLLI, L.R.; CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A.; FILHO, J.A.S. Utilização de embalagem de polietileno na conservação de caquis ‘Giombo’ durante o armazenamento refrigerado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.1 p.77-80, 2003.

ARGENTA, L. C.; VIEIRA, M. J.; SSCOLARO, A. M. T. Conservação da qualidade de caqui ‘Fuyu’ em ambiente refrigerado pela combinação de 1-MCP e atmosfera modificada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 323-333, 2009.

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

BASSETO, E. **Conservação de goiaba ‘Pedro Sato’ tratada com 1-MCP: concentração e tempo de exposição**. 2002. Dissertação (Mestrado em Agronomia) escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

BASSETO, E.; JACOMINO, A. P.; PINHEIRO, A. L.; KLUGE, R. A. Delay of ripening of ‘Pedro Sato’ guava with 1-Methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**, Wageningen, v. 35, n. 3, p. 303-308, 2005.

BASSI, D.; SELLI, R. Evaluation of fruit quality in peach and apricot. **Advances Horticultural Science**, Firenze, v. 4, p. 107-112, 1990.

BEER, D.; JOUBERT, E.; GELDERBLUM, W. C. A.; MANLEY, M. Antioxidant activity of South African red and White cultivar wines: Free radical scavenging. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Easton, v. 51, p. 902-909, 2003.

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

BLANKENSHIP, S. M.; SISLER, E. C. Ethylene binding changes in Apple and morning glory during ripening and senescence. **Journal of Plant growth Regulation**, v. 8, p. 37-44, 1989.

BLANKENSHIP, S. M. Ethylene effects and the benefits of 1-MCP. **Perishables Handling Quarterly**, North Carolina, n. 108, 4 p., 2001.

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

BLEINROTH, E.W.; ZUCHINI, A.G.; POMPEO, R.M. Determinação das características físicas e mecânicas de variedade de abacate e sua conservação pelo frio. **Coletânea ITAL**, Campinas, v. 7, n. 1, p. 29-81, 1976.

BLUM, J.; AYUB, R.A. Amadurecimento do caqui 'Quioto' tratado com 1-Metilciclopropeno e armazenado à temperatura de $20 \pm 4^\circ\text{C}$. **Revista Ceres**, v. 56, n. 2, p. 119-123, 2009.

BRACKMANN, A.; FREITAS, S.T.; MELLO, A.M.; STEFFENS, C.A. Aplicação de 1-MCP em caqui 'Quioto' armazenado sob refrigeração e atmosfera controlada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 42-44, 2003.

BRACKMANN, A.; MAZARO, S. M.; SAQUET, A. A. Frigoconservação de caquis (*Diospyrus kaki*, L.) das cultivares Fuyu e Rama Forte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, n. 4, p. 561-566, 1997.

BRACKMANN, A., SAQUET, A. A. Efeito da temperatura e condições de atmosfera controlada sobre a conservação de caqui (*Diospyrus kaki*, L.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, n. 2, p. 215-218, 1995.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Métodos físicos-químicos para análise de alimentos, ministério da saúde, agência nacional de vigilância sanitária, Brasília: Ministério da saúde, 1018 p. 2008.

BRON, I. U.; JACOMINO, A. P.; APPEZZATO-DA-GLORIA, B. Alterações anatômicas e físico-químicas associadas ao armazenamento refrigerado de pêssegos 'Aurora-1' e 'Dourado-2'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 10, p. 1349-1358, 2002.

BUESCHER, R.W.; FURMANSKI, R.J. Role of pectinesterase and polygalacturonase in the formation of woolliness un peaches. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 43, n. 1, p. 264-266, 1978.

CABIA, N. C. **Aplicação de 1-MCP na conservação de abacate 'Hass'**. Botucatu, 2013. 55 f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura). Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". 2013

CÁBIA, N. C.; VIEITES, R. L. Alterações físicas de abacate 'Hass' submetido à aplicação de 1-MCP. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 28, n. 2, p. 129-134, 2013.

CÁBIA, N. C.; DAIUTO, E. R.; VIEITES, R. L.; SMITH, R. E. Maintaining the quality and antioxidant capacity of 'Hass' avocados after applying 1-methylcyclopropene (1-MCP). **The Natural Products Journal**, Parkville, v. 4, n. 3, p. 233-240, 2014.

CANO, M.P.; ANCOS, O.; MATAALLANA, M.; CÁMARA, M; REGLERO, G., TABERA, J. Differences among Spanish and Latin-American banana cultivars: morphological, chemical and sensory characteristics. **Food Chemistry**, v. 59, p. 411-419, 1997.

CARVALHO, H. A.; CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B.; CARVALHO, H. S. Efeito da atmosfera modificada sobre componentes da parede celular da goiaba. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 3, p. 605-615, 2001.

CHEFTEL, J. C; CHEFTEL, H. Métodos de conservación. In: _____. **Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1992. p.173-300.

CHITARRA, M. I. F. Fisiologia e qualidade de produtos vegetais. In: BOREM, F. M. (Coord.). **Armazenamento e processamento de produtos agrícolas**. Lavras: UFLA/SBEA, 1998, p. 1-58.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005. 787 p.

CLEMENTE, E.; PASTORE, G. M. Peroxidase and polyphenoloxidase, the importance for food technology. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 2 p. 167-171, 1998.

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.

COSETENG, M. Y.; LEE, C. Y. Changes in Apple polyphenoloxidase and polyphenol concentrations in relation to degree of browning. **Journal of Food Science**, New York, v. 52, n. 4, p. 985-989, 1987.

COSTA, A. F. S.; BALBINO, J. M. S. Características da fruta para exportação e normas de qualidade. In: FOLEGATTI, M. I. S.; MATSURA, F. C. A. U. (Eds.). **Mamão: pós colheita**, Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p.12-18. (Frutas do Brasil, 21).

COUTURE, R.; CANTWELL, M. I.; KE, D.; SALTVEIT Jr., M. E. Physiological attributes related to quality attributes and storage life of minimally processed lettuce. **Hortscience**, Alexandria, v. 28, p. 723-725, 1993.

CUTILLAS-UTURRALDE, A.; ZARRA, I.; LORENCES, E. P. Metabolism of cell wall polysaccharides from persimmon fruit. Pectin solubilization during fruit ripening occurs in apparent absence of polygalacturonase activity. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 89, p. 369-375, 1993.

EDAGI, F. K.; KLUGE, R. A. Remoção de adstringência de caqui: um enfoque bioquímico, fisiológico e tecnológico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 2, p. 585-594, 2009.

EPA- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Federal Register Environmental Documents, v. 67, n. 48, p. 796-800, 2002.

FAO. **Faostat**: statistics database. Rome, 2014. Disponível em: <<http://apps.fao.org/>>. Acesso em: 9 jul. 2014

FENNEMA, O. R. **Química de lós alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1993. 320 p.

FERRI, V. C.; ROMBALDI, C. V. Resfriamento rápido e armazenamento de caquis (*Diospyrus kaki*, L.), cv. Fuyu, em condições de atmosfera refrigerada e modificada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 36-39, 2004.

FERRI, V. C.; ZANUZO, M.; LUCCHETA, L.; SILVA, P.; FERRAREZE, J.; SILVESTRIN, G.; SILVA, J.; ROMBALDI, C.. Conservação de caquis “Fuyu” em diferentes condições de armazenamento. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 13, n. 1, p. 69-72, 2007.

FILHO, F. O.; BRAGA, T. R.; SILVA, E. de O.; TERRA, F. A. M.; SILVEIRA, M. R. S. da; OLIVEIRA, M. M. T. Caracterização físico-química de melancias sem sementes submetidas ao 1-metilciclopropeno. **XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química**, Florianópolis, 2014.

FINGER, F. L.; VIEIRA, G. **Controle da perda pós-colheita de água em produtos hortícolas**. Viçosa: UFV, 2002, 29 p.

FISHER, R. L.; BENNET, A. B. Role of cell wall hydrolases in fruit ripening. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 46, p. 297-520, 1991.

FIORAVANÇO, J.C.; PAIVA, M.C. Cultura do caquizeiro no Brasil e no Rio Grande do Sul: situação, potencialidade e entraves para o seu desenvolvimento. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 37, n. 4, 2007.

FORBUS, Jr, W. R.; PAYNE, J. A.; SENTER, S. D. Nondestructive evaluation of Japanese persimmon maturity by delayed light emission. **Journal of Food Science**, Champaign-III, v.56, n.4, p.985-988, 1991.

FRY, S. C. Polysaccharide: modifying enzymes in the plant cell wall. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, [S.1.], v. 46, p. 497-520, 1995.

GAVA, A.J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Nobel, 2007. 284 p.

GAZIT, S.; LEVY, Y. Astringency and its removal in persimmon. **Israel Journal of Agricultural Research**, Rehovot, v. 13, n. 3, p. 125-132, 1963

GIRARDI, C.L.; MARTINS, C.R.; TOMASI, R.J.; ROMBALDI, C.V. Utilização de 1-Metilciclopropeno e embalagens de polietileno na conservação pós-colheita de caqui (*Diospyros kaki* L.) cv. Fuyu. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 14, n. 2, p. 121-133, 2007.

GOMES, Pimentel. **Fruticultura Brasileira**. São Paulo: Nobel, 2007. 446 p.

GOMES, F. P. Curso de estatística experimental. 14. Ed. Piracicaba: Nobel, 2000. 477 p.

HARDENBURG, R. E.; WATADA, A. E.; WANG, C. Y. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. **USDA Agricultural Research Serial**, 1986. 130 p. Handbook n. 66.

HENDGES, M. V.; STEFFENS, C. A.; AMARANTE, C. V. T.; ANTONIOLLI, L. R.; BRACKMANN, A. Interação 1-MCP e dano mecânico na qualidade de maçãs 'Royal gala' armazenadas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 10, n. 2, p. 218-223, 2015.

HUBER, D. J. Polyuronide degradation and hemicelulose modifications in ripening tomato fruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 108, n. 3, p. 405-409, 1983.

HULTIN, H. O.; LEVINE, A. S. Pectin methyl esterase in ripening banana. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 30, n. 6, p. 917-920, 1965.

HULTIN, H.O.; SAM, B.; BULGER, J. Pectin methyl esterase of the banana: purification and properties. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 31, n. 3, p. 320-327, 1966.

IBGE. **Produção agrícola municipal- Culturas temporárias e permanentes**. Rio de Janeiro, v. 40, 2013. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2013/default.shtm>>. Acesso em: 21 jul. 2014.

ITTAH, Y. Sugar content changes in persimmon fruit (*Diospyros kaki* L.) during artificial ripening with CO₂: a possible connection to deastringency mechanisms. **Food Chemistry**, London, v. 48, p. 25-29, 1993.

ITO, S. The persimmon. In: HULME, A. C. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press, 1971. v. 2, chap. 8, p. 281-301.

JIANG, Y.; JOYCE, D. C.; TERRY, L. A. 1-Methylcyclopropene treatment affects strawberry fruit decay. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 23, n. 3, p. 227-232, 2001.

KADER, A. A. **Postharvest Technology of Horticultural Crops**. California: University of California, 1992. 296 p.

KATO, K. Astringency removal and ripening as related to ethanol concentration in persimmon fruits during the astringency removal using ethanol. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, v. 53, n. 3, p. 278-289, 1987.

KAUR, C.; KAPOOR, H. C. Anti-oxidant activity and total phenolic – the millennium's health. **International Journal of Food science and Technology**, Oxford, v. 36, n. 7, p. 703-725, 2001.

KLUGE, R.A.; JACOMINO, A. P.; OJEDA, R. M.; BRACKMANN, A. Inibição do amadurecimento de abacate com 1-metilciclopropeno. **Pesq. Agropec. Bras.** v. 37, n. 7, p. 895-901, 2002.

KONICA MINOLTA. **Comunicação precisa da cor: controle de qualidade da percepção à instrumentação**. 1998. 59p.

LEME, J. J. ; MALAVOLTA, E. Determinação fotométrica do ácido ascórbico. **Anais da ESALQ**, Piracicaba- SP. v. 17, p. 11-129, 1950.

LEMOS, O.L.; JOSÉ, A.R.S.; VILA, M.T.R.; SILVA, K.S.; SILVA, D.S.; BARRETO, A.P.P.; BOMFIM, M.P. Conservação do pimentão '*magali r*' em duas condições de armazenamento associada à atmosfera modificada. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 20, n. 1, p. 6-15, 2008.

LEE, S. K.; SHIN, L. S.; PARK, Y. M. Factors involved in skin browning of non adstringency 'Fuyu' persimmon. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 343, n. 1, p. 300-303, 1993.

LIZADA, M. C. C. Ripening of banana: changes during ripening in banana. In: HASSAN, A; PANTASTICO, E. B. (Eds.). **Banana fruit development postharvest physiology, handing and marketing**, Boston: ASEAN, 1990. Cap. 5, p. 65-84.

MANICA, I.; ICUMA, I. M.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SALVADOR, J. O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. **Fruticultura tropical: goiaba**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2000. 373 p.

MANOLOPOULOU, H.; PAPADOPOULOU, P. A study of respiratory and physico-chemical changes of four kiwi fruit cultivars during cool-storage. **Food Chemistry**, Greese, v. 63, p. 529-534, 1998.

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

MARTINS, F. P.; PEREIRA, F. M. **Cultura do caqui**. Jaboticabal: Funep, 1989. 71p.

MAZZURANA, E. R.; ARGENTA, L. C.; AMARANTE, C. V.; STEFFENS, C. A. Potenciais benéficos do aumento da temperatura de armazenagem em atmosfera

controlada de maçãs 'Gala' tratadas com 1-MCP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 38, n. 1, p. 43-52, 2016.

MENDONÇA, V.Z. **Métodos físicos na conservação de caqui cv. Kyoto in natura e minimamente processado**. Botucatu, 2016. 125 f. (Doutorado em Energia na Agricultura). Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". 2016

MENDONÇA, V. Z.; DAIUTO, E. R.; FURLANETO, K. A.; RAMOS, J. A.; FUJITA, E.; VIEITES, R. L.; TECCHIO, M. A.; CARVALHO, L. R. Aspectos físico-químicos e bioquímicos durante o armazenamento refrigerado do caqui em atmosfera modificada passiva. **Nativa, Sinop**, v. 03, n. 01, p. 16-21, 2015.

MENSOR, L. L.; MENEZES, F. S.; LEITÃO, G. G.; REIS, A. S.; dos SANTOS, T. C.; COUBE, C. S.; LEITÃO, S. G. Screening of Brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. **Phytotherapy Research**, London, v. 15, n. 2, p. 127- 130, 2001.

MORAES, M. R. **Atmosfera modificada e aplicação de cloreto de cálcio em caqui 'Giombo'**. Botucatu, 2012. 64 f. (Mestrado em Energia na Agricultura). Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". 2012

MORAES, M. R.; VIEITES, R. L.; DAIUTO, E. R.; PIKANÇO, N. F. M. Firmeza de caqui 'Giombo' submetido à aplicação pós-colheita de cloreto de cálcio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, volume especial, p. 321-327, 2011.

MOURA, M. A. **Efeito da embalagem e do armazenamento no amadurecimento do caqui (*Diospyros kaki* L.) cultivar Taubaté**. Viçosa, 1995. 56 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa. 1995

MUÑOZ, V. R. S. **Destanização do caqui (*Diospyrus kaki* L.) 'Rama Forte'**. Campinas, 2002. 164 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Estadual de Campinas. 2002.

MURRAY, R.; VALENTINI, G. Storage and quality of peach fruit harvest at different stages of maturity. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 2, n. 465, p. 455-463, 1998.

NELSON, N. A. A photometric adaptation of Somogy method for the determination of Glucose. **The Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, v. 153, p. 375-80, 1944.

NEVES, L. C.; CORRENT, A.; MARINI, L.; LUCCHETTA, L.; ZANUZZO, M. R.; GONÇALVES, E. D.; ZANATTA, J.; CANTILLANO, F. R.; ROMBALDI, C. V. Atmosfera modificada e 1-metilciclopropeno na conservação pós-colheita de kiwis cv. Bruno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 390-393, dez 2003.

NEVES, L. C. **Manual pós-colheita da fruticultura brasileira**. Londrina: EDUEL, 2009. 494 p.

OLIVEIRA, F. E. R.; ABREU, C. M. P.; ASMAR, S. A.; CORREA, A. D.; SANTOS, C. D. Firmeza de pêssegos 'Diamante' tratados com 1-MCP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 366-368, 2005.

OSHIDA, M.; YONEMORI, K.; SUGIURA, A. On the nature of coagulated tannins in astringency type persimmon fruit after a artificial treatment of astringency removal. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 8, n. 4, p. 317-327, 1996.

PALHARINI, M. C. A.; FISCHER, I. H.; ALVES, A. R. O. F.; FILETI, M. D.; JÚNIOR, A. F. N. Qualidade de goiabas 'Pedro Sato' em função de tratamentos alternativos em pós-colheita. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 38, n. 1, p. 129-14, 2016.

PEGORARO, C.; STORCH, T. T.; CRIZEL, G. R.; FERREIRA, W. A.; GIRARDI, C. L. Atmosfera controlada associada ao 1-metilciclopropeno na preservação da qualidade de kiwi 'Tewi'. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 19, e. 2014078, p. 1-7, 2016.

PENTEADO, S. R. **Fruticultura de Clima Temperado em São Paulo**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. 173p.

PEREIRA, W. S. P.; BELTRAN, A. Mecanismo de ação e uso do 1-MCP – bloqueador de etileno, visando prolongar a vida útil das frutas. In: ZAMBOLIN, L.

(Ed.). **Manejo integrado: fruteiras tropicais – doenças e pragas**. Viçosa: Universidade federal de Viçosa, 2002, p. 31-44.

PEROSA, J. M. Y.; PIERRE, F. C. Técnicas pós-colheita e expansão da cultura da manga no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 381-384, 2002.

PICANÇO, N. F. M. **Qualidade de caqui armazenado sob refrigeração: estádios de maturação, destanização e irradiação ionizante**. 2009. 125 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura). Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

PINHEIRO, J. M. S. **Tecnologia pós-colheita para conservação de bananas da cultivar tropical**. 2009. Dissertação (mestrado em produção Vegetal). Universidade estadual de Montes Claros, Janaúba, 2009.

PINHEIRO, A. C. M.; VILAS BOAS, E. V. de; MESQUITA, C. T. Ação do 1-metilciclopropeno (1-MCP) na vida de prateleira de banana maçã. 2005. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br>>. Acesso em: 12 jul 2016.

RINALDI, M. M.; FERRI, V. C.; ROMBALDI, C. V. 1998. Frigoconservação de caquis (*Diospyrus kaki*, L.) cv. Fuyu, em atmosfera modificada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 16., 1998, Rio de Janeiro, RJ, **Anais...** Rio de Janeiro: S.B.C.T.A., Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1998, v. 2, p. 415-420.

RINALDI, M. M. **Frigoconservação de caquis (*Diospyrus kaki*, L.) cv. Fuyu, em atmosfera modificada**. 1998. 22 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1998.

RODRIGUES, L. D.; ONO, E. O. Grandes culturas: café. **Revista Cultivar Grandes Culturas**, Jaboticabal, v. 30, p. 32-34, 2001.

RODRÍGUEZ, L.; LOPES, L.; GARCÍA, M. Determinación de la composición química y actividad antioxidante em distintos estados de madurez de frutas de consumo habitual em Colombia, mora (*Rubis glaucus* B.). maracuyá (*Passiflora*

edulis S.), guayaba (*Psidium guajava* L.) y papayuela (*Carica cincunamarcensis* J.). **ACTA**, Bogotá, v. 1, n. 21, p. 16-34, 2010.

ROHM AND HAAS COMPANY. **1-Methylciclopropene** (1-MCP). Philadelphia: Agrofresh, 2002. (Boletim Técnico).

ROSA, C. I. L. F.; CLEMENTE, E.; OLIVEIRA, D. M.; TODISCO, K. M.; COSTA, J. M. C. Effects of 1-MCP on the post-harvest quality of the Orange cv. Pera stored under refrigeration. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 47, n. 4, p. 624-632, 2016.

RUPASINGHE, H. O. V.; MURR, D. P.; PALIYATH, 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, 2000.

SALES, A. N.; BOTREL, N.; COELHO, A. H. R. Aplicação de 1-metilciclopropeno em banana 'Prata-Anã' e seu efeito sobre as substâncias pécnicas e enzimas pectinolíticas. **Ciencias Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 479-487, 2004.

SENER, S. D.; CHAMPMAN, G. W.; FORBUS Jr, W. R.; PAYNE, J. A. Sugar and nonvolatile acid composition of persimmons during maturation. **Journal of Food science**, Chicago, v. 56, n. 4, p. 989-991, 1991.

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

SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. **Biochemistry of fruit ripening: Persimmon**. London: G. B. SEYMOUR, J. E. TAYLOR, G. A. TUCKER, 1993.

SHIMIZU, M. K.; CONEGLIAN R. C. C.; BUSQUET, R. B.; CASTRICINI, A. Avaliação do efeito de diferentes concentrações de álcool na destanização e amadurecimento de caqui. **Agronomia**, Rio de Janeiro, v. 36, n.1/2, p. 11-16, 2002.

SILVA, M. C.; ATARASSI, M. E.; FERREIRA, M. D.; MOSCA, M. A. Qualidade pós-colheita de caqui 'Fuyu' com utilização de diferentes concentrações de cobertura comestível. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 1, p. 144- 151, 2011.

SILVA, S.; TASSARA, H. **Frutas Brasil Frutas**. São Paulo: Empresa das Artes, 2005. 324p.

SINGLETON, V.L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA, R.M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Methods of Enzymology**, New York, v. 299, p. 152-178, 1999.

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

SISLER, E. C. The Discovery and development of compounds counteracting ethylene at the receptor level. **Biotechnology Advances**, Raleigh, v. 24, p. 357-367, 2006.

SOMOGY, M. Determination of blood sugar. **Journal Biologic Chemical**, n. 160, p. 69-73, 1945.

SOUZA, M. S.; AZEVEDO, I. G.; CORRÊA, S. F.; SILVA, M. G.; PEREIRA, M. G.; OLIVEIRA, J. G. Resposta da aplicação do 1-MCP em frutos de mamoeiro 'Golden' em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 693-700, 2009.

SPAGNOL, A. W; ROCHA, J.L.V.; PRK, K.J.. Pré resfriamento de frutas e hortaliças. **Normativo Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, p. 5-9, 1994.

SUGIURA, A.; TOMANA, T. Relationships of ethanol production by seeds of different types of japanese persimmons and their tannin content. **Horticultural Science**, St. Joseph, v. 18, n. 3, p. 319- 321, 1983.

SUGIURA, A.; KATAOKA, I., TOMANA, T. Use of refractometer to determine soluble solids of astringent fruits of japanese persimmon (*Diospyros kaki* L.). **Journal of Horticultural Science**, v. 58, n. 2, p. 241-246, 1983.

TAYLOR, J. E. Exotics. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. p. 151-186.

THEOLOGIS, A.; LATIES, G. G. Potentiating effect of purê oxygen on the enhancement of respiration by ethylene in plant storage organs: a comparative study. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 32, p. 83-90, 1982

TIBOLA, C. S.; LUCCHETTA, L.; ZANUZO, M. R.; SILVA, P. R.; FERRI, V. C.; ROMBALDI, C. V. Inibição da ação do etileno na conservação de caquis (*Diospyrus kaki* L.) 'Fuyu'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 36-39, Abril 2005.

TOIVONEN, P. M. A. Application of 1-methylcyclopropene on fresh-cut/minimal precessing systems. **HortScience**, Ashford, v. 43, p. 102-105, 2008.

TRESSLER, D. J.; JOSLYN, M. A. **Fruits and vegetable juice processing**. Westport: AVI, 1961. 1028 p.

TRINDADE, D. C. G.; LIMA, M. A. C.; ASSIS, J. S. Ação do 1-metilciclopropeno na conservação pós-colheita de manga 'Palmer' em diferentes estádios de maturação. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, v. 50, n. 9, p. 753-762, 2015.

WATKINS, C. B. Ethylene syntesis, mode of action, consequences and control. In: KNEE, K. **Fuit quality and its biological basis**. Columbus: CRC, 2002. 279 p.

WRIGHT, K. P.; KADER, A. A. Effect of slicing and controlled-atmosphere storage on the ascorbate content and quality of strawberries and persimmons. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 10, n. 1, p. 39-48, 1997.

VASCONCELOS, A. R. D. **Utilização de cloreto de cálcio e atmosfera modificada na conservação de caqui cv. Fuyu**. 2000. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

VIEIRA, M. J.; ARGENTA, L. C.; AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS, C. A.; SOUZA, E. L. Conservação de caqui 'Fuyu' com o tratamento em pré-colheita e pós-colheita com 1-metilciclopropeno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 3, p. 197-206, mar 2016.

VIEITES, R. L.; DAIUTO, E. R.; FUMES, J. G. F. Capacidade antioxidante e qualidade pós-colheita de abacate 'Fuerte'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 336-348, 2012.

VITTI, D. C. C. **Destanização e armazenamento refrigerado de caqui 'Rama Forte' em função da época de colheita.** 2009. 123 f. Dissertação (Doutorado em Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

ZHANG, Z.; HUBER, D. J.; HURR, B. M.; RAO, J. Delay of tomato fruit ripening in response to 1-methylcyclopropene treatments. **Postharvest Biology and Technology**, Gainesville, v. 54, p. 1-8, 2009.

Apêndice A – Fotos dos caquis no último dia de experimento (35° dia).

Figura 1 - Frutos de caquis 'Rama Forte' não destanizados, submetidos à diferentes doses de 1-MCP, armazenados sob refrigeração, no 35° dia de armazenamento



Foto: Nathalie Cardoso Cábria, 2014

Figura 2 - Caquis 'Rama Forte' sem aplicação de 1-MCP e com aplicação de 1-MCP, no 35º dia de armazenamento sob refrigeração

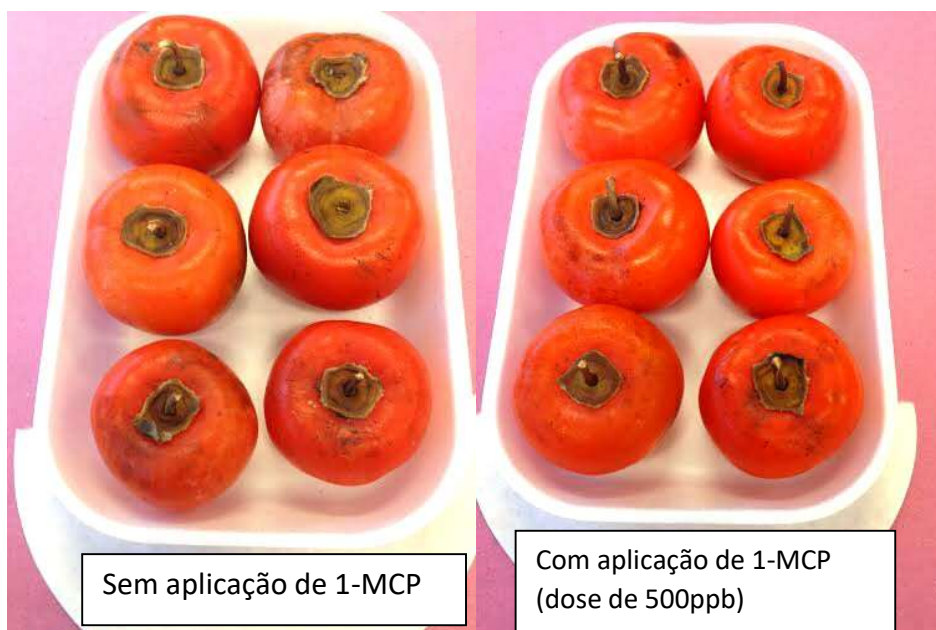


Foto: Nathalie Cardoso Cábria, 2014

Figura 3 - Frutos de caquis 'Rama Forte' destanzados, submetidos à diferentes doses de 1-MCP, armazenados sob refrigeração, no 35º dia de armazenamento



Foto: Nathalie Cardoso Cábria, 2014

Figura 4 - Caquis 'Rama Forte' destanzados, sem aplicação de 1-MCP e com aplicação de 1-MCP, no 35º dia de armazenamento sob refrigeração

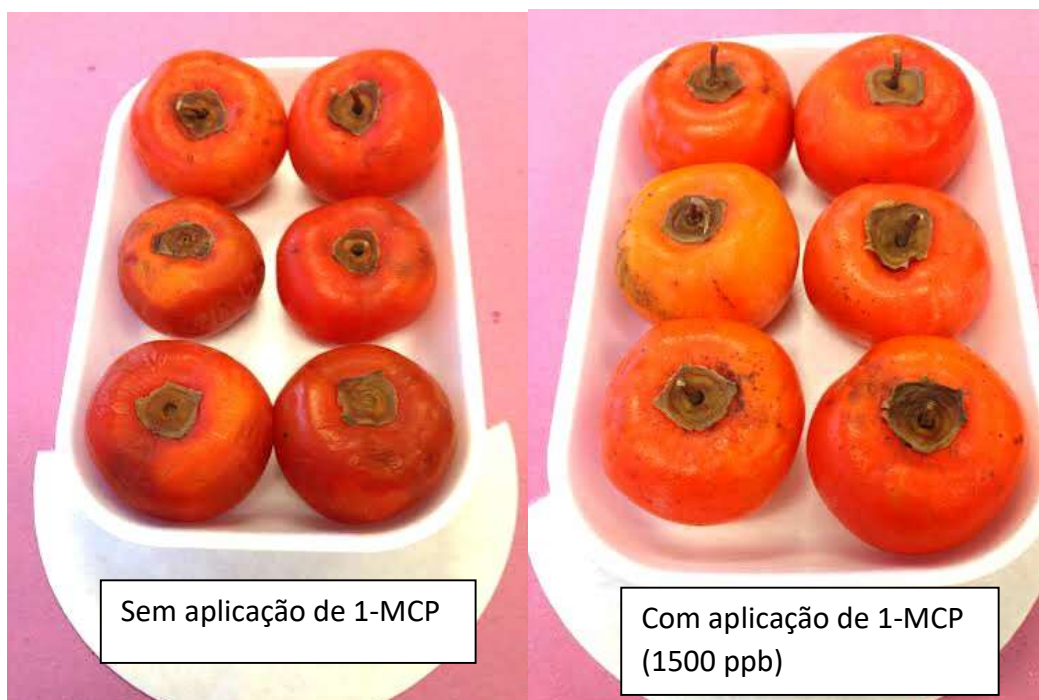


Foto: Nathalie Cardoso Cábria, 2014

Figura 5 - Frutos de caquis 'Kyoto' submetidos à diferentes doses de 1-MCP, armazenados sob refrigeração, no 35º dia de armazenamento



Foto: Nathalie Cardoso Cábria, 2014

Figura 6 - Caquis 'Kyoto' sem aplicação de 1-MCP e com aplicação de 1-MCP, no 35º dia de armazenamento sob refrigeração

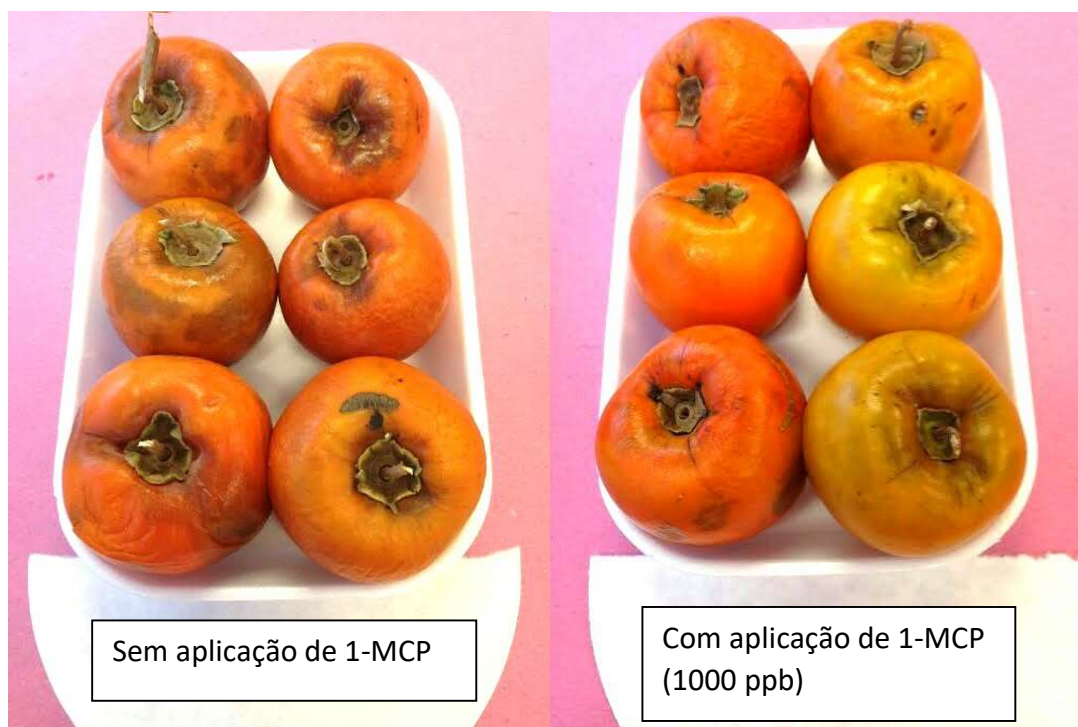


Foto: Nathalie Cardoso Cábria, 2014