

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

APLICAÇÃO DE 1-MCP NA CONSERVAÇÃO DE ABACATE ‘HASS’

NATHALIE CARDOSO CÁBIA

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP- Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Energia na Agricultura).

BOTUCATU-SP
Fevereiro – 2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

APLICAÇÃO DE 1-MCP NA CONSERVAÇÃO DE ABACATE ‘HASS’

NATHALIE CARDOSO CÁBIA

Orientador: Rogério Lopes Vieites

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP- Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Energia na Agricultura).

BOTUCATU-SP
Fevereiro – 2013

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

Cábia, Nathalie Cardoso, 1985-
C115a Aplicação de l-mcp na conservação pós-colheita de abacate 'Hass' / Nathalie Cardoso Cábia.- Botucatu : [s.n.], 2013
v. 44 f. : il., color., graf., tabs.
Dissertação(Mestrado)- Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2013
Orientador: Rogério Lopes Vieites
Inclui bibliografia
1. Abacate - Conservação pós-colheita. 2. Abacate - Maturação. 3. Reguladores de maturação. 4. Enzimas. 5. Etileno. I. Vieites, Rogério Lopes. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônomicas. III. Título.

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

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "APLICAÇÃO DE 1-MCP NA CONSERVAÇÃO DE ABACATE 'HASS'"

ALUNA: NATHALIE CARDOSO CÁBIA

ORIENTADOR: PROF. DR. ROGÉRIO LOPES VIEITES

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. ROGÉRIO LOPES VIEITES



PROFA. DRA. ÉRICA REGINA DAIUTO



PROF. DR. JOSÉ MARIA MONTEIRO SIGRIST

Data da Realização: 07 de fevereiro de 2013.

Aos meus pais

WILSON LUIZ CÁBIA e

MARA MAGDA CARDOSO CÁBIA

Pelo apoio, confiança e amor infinito...

DEDICO

AGRADECIMENTOS

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

À minha irmã Nayara pelo carinho...

Aos meus avós Jurandir e José e ao meu namorado Thiago pela compreensão, incentivo e carinho.

À Faculdade de Ciências Agrônomicas pela oportunidade de aprendizado.

À Fundação CAPES pelo ajuda financeiro.

À Faculdade de Ciências Agrônomicas pela oportunidade de aprendizagem.

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

À Érica Regina Daiuto, pelo incentivo, ajuda na elaboração do projeto e principalmente pela amizade.

À Empresa Jaguacy pelo fornecimento dos frutos.

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, Rose, Admilson, Maria Rosa, Marcia Garcia, Joana Fumes, Mariana Losano, Erika Fujita, Juliana Simon, Viviane Russo e Sergio Costa pela ajuda na realização desse trabalho e pelas risadas.

À Kitty, Minnie e Knut por serem meus companheiros de todas as horas.

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

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	III
LISTA DE FIGURAS	V
RESUMO	01
SUMMARY.....	02
1 INTRODUÇÃO.....	03
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	05
2.1 Caracterização do abacate.....	05
2.2 Variedades e mercado.....	07
2.3 Pós-colheita de abacate.....	09
2.4 Métodos de conservação pós-colheita de abacate.....	10
2.4.1 1-Metilciclopropeno (1-MCP).....	14
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	17
3.1 Matéria-prima.....	17
3.2 Tratamentos.....	17
3.2.1 Aplicação de 1-MCP.....	18
3.3 Análises.....	19
3.3.1 Potencial hidrogeniônico (pH).....	19
3.3.2 Acidez titulável (AT).....	19
3.3.3 Sólidos Solúveis (SS).....	20
3.3.4 Índice de maturação (Ratio).....	20
3.3.5 Firmeza.....	20
3.3.6 Atividade polifenoloxidase (PPO).....	20
3.3.7 Capacidade antioxidante e compostos fenólicos totais.....	21

3.3.7.1 Preparo do extrato etanólico da polpa.....	21
3.3.7.2 Compostos fenólicos totais.....	21
3.3.7.3 Atividade antioxidante pela metodologia de DPPH.....	22
3.3.8 Determinação de atividade de pectinametilsterase (PME).....	22
3.3.9 Determinação da atividade de poligalacturonase (PG).....	23
3.3.10 Perda de massa.....	23
3.3.11 Respiração.....	24
3.4 Delineamento estatístico.....	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
4.1 Potencial hidrogeniônico (pH)	26
4.2 Acidez titulável (AT)	27
4.3 Sólidos solúveis (SS)	28
4.4 Índice de maturação (Ratio)	29
4.5 Firmeza	30
4.6 Polifenoloxidase (PFO)	30
4.7 Compostos Fenólicos	31
4.8 Atividade Antioxidante (AA)	31
4.9 Pectinametilsterase (PME)	33
4.10 Poligalacturonase (PG)	34
4.11 Perda de massa	35
4.12 Atividade respiratória	36
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	38
6. CONCLUSÃO.....	39
7. REFERÊNCIAS	40

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Potencial Hidrogeniônico (pH) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados sob refrigeração ($10\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 5\%$ UR) e ao 18° dia transferidos à temperatura ambiente ($21\pm 5^{\circ}\text{C}$ e $70\pm 5\%$ UR).....26
- Tabela 2.** Acidez titulável (g de ácido cítrico 100g^{-1} de polpa) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados sob refrigeração ($10\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 5\%$ UR) e ao 18° dia transferidos à temperatura ambiente ($21\pm 5^{\circ}\text{C}$ e $70\pm 5\%$ UR).....27
- Tabela 3.** Teor de sólidos solúveis (°Brix) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados sob refrigeração ($10\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 5\%$ UR) e ao 18° dia transferidos à temperatura ambiente ($21\pm 5^{\circ}\text{C}$ e $70\pm 5\%$ UR).....28
- Tabela 4.** Índice de maturação “Ratio” (SS/AT) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados sob refrigeração ($10\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 5\%$ UR) e ao 18° dia transferidos à temperatura ambiente ($21\pm 5^{\circ}\text{C}$ e $70\pm 5\%$ UR).....29
- Tabela 5.** Firmeza (g.f.cm^2) obtida em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados sob refrigeração ($10\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 5\%$ UR) e ao 18° dia transferidos à temperatura ambiente ($21\pm 5^{\circ}\text{C}$ e $70\pm 5\%$ UR).....30
- Tabela 6.** Atividade da enzima polifenoloxidase (U.A.E. $\text{min}^{-1}\text{g}^{-1}$) obtidas em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados sob refrigeração ($10\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 5\%$ UR) e ao 18° dia transferidos à temperatura ambiente ($21\pm 5^{\circ}\text{C}$ e $70\pm 5\%$ UR).....31
- Tabela 7.** Compostos fenólicos totais (mg ácido gálico 100g^{-1} polpa) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados sob refrigeração ($10\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 5\%$ UR) e ao 18° dia transferidos à temperatura ambiente ($21\pm 5^{\circ}\text{C}$ e $70\pm 5\%$ UR).....31
- Tabela 8.** Capacidade antioxidante determinada por DPPH(%) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados sob refrigeração ($10\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 5\%$ UR) e ao 18° dia transferidos à temperatura ambiente ($21\pm 5^{\circ}\text{C}$ e $70\pm 5\%$ UR).....33
- Tabela 9.** Atividade da enzima pectinametilesterase (U.E. $\text{min}^{-1}\text{g}^{-1}$) obtidas em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados sob refrigeração ($10\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 5\%$ UR) e ao 18° dia transferidos à temperatura ambiente ($21\pm 5^{\circ}\text{C}$ e $70\pm 5\%$ UR).....34

Tabela 10. Atividade da enzima poligalacturonase (U.E. min⁻¹ g⁻¹) obtidas em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados sob refrigeração (10±1°C e 90±5% UR) e ao 18° dia transferidos à temperatura ambiente (21±5°C e 70±5% UR).....35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mecanismo de ligação do etileno em seu sítio receptor (A) e ligação do 1-MCP no sítio receptor de etileno (B).....	15
Figura 2. Frutos acondicionados em caixa para aplicação de 1-MCP	18
Figura 3: Caixa hermeticamente fechada para aplicação de 1-MCP	18
Figura 4: Perda de massa fresca (%) em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados sob refrigeração ($10\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 5\%$ UR) e ao 18° dia transferidos à temperatura ambiente ($21\pm 5^{\circ}\text{C}$ e $70\pm 5\%$ UR).....	36
Figura 5: Variação média da taxa respiratória ($\text{mL de CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ hora}^{-1}$) em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados sob refrigeração ($10\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 5\%$ UR) e ao 18° dia transferidos à temperatura ambiente ($21\pm 5^{\circ}\text{C}$ e $70\pm 5\%$ UR).....	37

RESUMO

O abacate é um fruto climatérico altamente perecível, e para sua comercialização é necessário que se faça uso de métodos de conservação pós colheita. O presente trabalho teve como objetivo a conservação do abacate ‘Hass’ com a utilização de 1-metilciclopropeno (1-MCP). Os frutos após a colheita foram selecionados e expostos a diferentes concentrações de 1-MCP (200 ppm, 300 ppm e 400 ppm) e após o procedimento foram armazenados sob refrigeração a $10^{\circ}\text{C}\pm 1$ e $90\pm 5\%$ de UR. Foram realizadas análises de perda de massa fresca, atividade respiratória, acidez titulável (AT), pH, sólidos solúveis (SS), índice de maturação, firmeza, compostos fenólicos totais, capacidade antioxidante determinada por DPPH, atividade das enzimas polifenoloxidase (PFO), poligalacturonase (PG) e pectinametilesterase (PME). As análises foram realizadas nos frutos a cada 3 dias, durante 15 dias, depois desse período os mesmos foram transferidos para condições ambiente ($23\pm 4^{\circ}\text{C}$ e $70\pm 5\%$ de UR) para simulação da comercialização. Após 3 dias em condições ambientes foi realizada a última avaliação. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com 3 repetições por tratamento, utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. 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 abacates ‘Hass’. Os frutos sob aplicação de altas doses de 1-MCP apresentaram menor perda de massa ao longo do tempo. Quanto maior a dose de 1-MCP aplicada, menor o pico respiratório dos frutos, sendo que os frutos com aplicação de 400ppm de 1-MCP não apresentaram pico respiratório. O 1-MCP foi eficiente na manutenção da firmeza dos frutos porém não demonstrou efeitos sobre as enzimas poligalacturonase, pectinametilesterase e polifenoloxidase.

Palavras chave: *Persea americana* Mill, inibidor de etileno, pós-colheita, enzimas, respiração, refrigeração.

1-MCP APPLICATION IN 'HASS' AVOCADO. Botucatu, 2012. 41 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.
Author: Nathalie Cardoso Cábria
Adviser: Rogério Lopes Vieites

SUMMARY

The avocado is a climacteric fruit highly perishable and their marketing is necessary making use of post harvest preservation methods. The present study aimed at the conservation of avocado 'Hass' with the use of 1-methylcyclopropene (1-MCP). The fruits after harvest were selected and exposed to different concentrations of 1-MCP (200 ppm, 300 ppm and 400 ppm) and after the procedure they were stored at $10 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$ to $90 \pm 5\%$ RH. Analyses of weight loss, respiratory activity, titratable acidity (TA), pH, soluble solids (SS), maturation index, firmness, total phenolics, antioxidant capacity determined by DPPH, enzyme activity of polyphenoloxidase (PPO) polygalacturonase (PG) and pectin (SMEs). The analyzes were performed on fruit every 3 days for 15 days, after this period they were transferred to ambient conditions ($23 \pm 4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ and $70 \pm 5\%$ RH) for simulation of marketing. After 3 days at ambient conditions the last appreciation was performed. The experimental design was completely randomized with three replicates per treatment, using the Tukey test at 5% probability. Under conditions in which the work was performed can be concluded that the application of 1-MCP associated with cold storage was effective in controlling the maturation of avocados 'Hass'. The fruits under application of high doses of 1-MCP showed less weight loss over time. The greater amount of 1-MCP applied, the lower respiration of the fruits and fruits with application of 400ppm of MCP-1 showed no respiratory peak. The 1-MCP was effective in maintaining fruit firmness but showed no effect on the enzymes Polygalacturonase, pectin and Polyphenoloxidase.

Key words: *Persea americana* Mill, 1-MCP, post-harvest.

1. INTRODUÇÃO

Frutos de abacate 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.

Frutos de abacate da cultivar “Hass” são frutos de calibres menores e são valorizados comercialmente, em especial para exportação. O Brasil exporta essa cultivar com selo de certificação EurepGap, que é um protocolo de certificação exigido para comercialização do produto na Europa.

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 (CARVALHO et al.,2001). Assim, o desenvolvimento e adoção de técnicas na pós-colheita têm 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 enzimáticas, especialmente às associadas à respiração e senescência, ocorram mais lentamente. Essa diminuição da taxa respiratória é o principal processo fisiológico, e propicia na sua decorrência, menores perdas de

características físicas, químicas e sensoriais, 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).

Têm sido estudadas outras técnicas para minimizar o efeito do amadurecimento, dentre elas a aplicação de 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).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade físico-química e enzimática de abacate 'Hass' tratado com 1-metilciclopropeno (1-MCP).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Caracterização do abacate

O abacateiro (*Persea americana Mill*) é uma planta pertencente a família das *Lauraceae*, gênero *Persea*, onde são encontradas todas as variedades cultivadas para o consumo humano (KOLLER, 2002). É uma planta originária da América tropical, podendo ser encontrada em todas as regiões do mundo que possua solos férteis e onde haja calor que lhe seja suficiente (SOUZA, 2008). Segundo Teixeira (1991) citado por SOUZA, (2008) o abacate, é cultivado na maioria das regiões tropicais e subtropicais, principalmente no México, América Central, partes da América do Sul, nas Índias Ocidentais, África do Sul, Israel e no Havaí.

O abacateiro começa a frutificar comercialmente a partir do 3º ou 4º ano de idade quando enxertado, podendo produzir de 12 a 30 Kg/árvore, dependendo da cultivar, fertilidade do solo, clima, qualidade da muda e tratos culturais, aumentando a produção gradativamente à medida que a árvore cresce (KOLLER, 2002).

O abacate possui um grande valor nutritivo, tendo seu maior consumo *per capita* do mundo nos países que se estendem desde o México, América Central, até o Peru, na América do Sul, sendo nesses países consumido como um gênero de primeira necessidade, preparado de diversas formas diferentes, geralmente em pratos salgados, temperados com sal, cebola, limão, pimenta e outros condimentos. Enquanto no Brasil, se utiliza mais o consumo de abacate com açúcar, ou batido com leite (KOLLER, 2002).

Segundo Koller (2002) a importância econômica da cultura do abacateiro está na alta qualidade nutritiva do fruto. Sua composição pode diferir um pouco dependendo da variedade, do clima e do estágio de maturação, podendo conter em 100 gramas de polpa de 1 a 3 gramas de proteínas, 4 a 12 gramas de glicídeos (açúcares), 5 a 35 gramas de lipídeos (gorduras, óleo), 13 miligramas de cálcio, 46 miligramas de fósforo, 0.7 miligramas de ferro, além de outros sais minerais e vitaminas A, B1, B2, B3 e D.

O abacate possui um alto teor de ácido graxo monoinsaturado. O HDL (colesterol de alta densidade) diminui o risco de complicações cardiovasculares, enquanto que o LDL (colesterol de baixa densidade) é prejudicial ao organismo. Os ácidos graxos polinsaturados eliminam tanto o HDL quanto o LDL do organismo, enquanto que os monoinsaturados eliminam apenas o LDL, que é prejudicial ao organismo. As principais fontes de ácidos graxos monoinsaturados são óleo de oliva, óleo de canola, azeitona, abacate e oleaginosas, como castanhas, amêndoas e nozes (SILVA, 2008).

Segundo Silva (2008) pesquisas têm mostrado que o abacate é rico em fitonutrientes, substâncias naturais das plantas que além de funcionar como nutrientes, também agem como antioxidantes. Esses fitonutrientes presentes no abacate são o beta sitosterol e a glutatoína. O beta sitosterol age na redução dos níveis de colesterol, e a glutatoína funciona como um antioxidante, neutralizando a ação dos radicais livres, os quais vêm sendo apontados como um dos fatores responsáveis ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares e câncer.

O óleo de abacate se assemelha muito com o óleo de oliva pelas suas propriedades físico-químicas. O óleo de abacate pode ser consumido puro, como substituto ao óleo de oliva, ou utilizado em mistura com este (SILVA, 2008).

O principal produto fabricado com abacate é a salada “guacamole”. Sua fabricação visa aproveitar o excedente dos frutos que se encontram fora dos padrões de comercialização e é feito utilizando polpa de abacate, suco de limão e cebola (DAIUTO et al., 2007). A polpa de abacate é também utilizada na indústria de cosméticos, em forma de cremes, hidratantes, xampus, máscaras, sabão, leite de limpeza, entre outros. (SILVA, 2008). Em propriedades rurais, a polpa de abacate é usada também para fabricação de sabão e alimentação de suínos (KOLLER, 2002).

2.2. Variedades e mercado

Há muitas variedades de abacates no mundo, o que ajuda sua difusão e sua qualificação comercial nas diferentes regiões e países consumidores, cuja preferência segue o hábito alimentar, sendo escolhidas conforme suas características de formato, aparência e tamanho (COOPERCITRUS, 2013).

Entre os consumidores brasileiros existe uma preferência por frutos grandes, com mais de 400 g, de casca verde, já os países importadores preferem frutos pequenos, de casca roxa, e peso não muito superior a 250 g (KOLLER, 2002). Segundo Souza (2008), o Brasil é um país que tem sua produção voltada principalmente para o mercado interno, onde se destacam as cultivares Quintal e Fortuna.

A cultivar Quintal tem alta aceitação no mercado interno sendo uma planta com ótima produtividade (CAMPOS, 1984). Seu período de colheita varia de abril a julho; são frutos grandes, pesam de 500 a 600 gramas, tem polpa amarela sem fibras, baixa porcentagem de óleo, casca verde bem fina com pouquíssimas manchas pretas (MARANCA, 1975; DONADIO, 1987; KOLLER, 2002).

A cultivar Fortuna tem frutos grandes e bonitos mas com polpa sem elevado teor de óleo, um tanto aguada, cujo paladar é considerado localmente inferior ao da variedade Quintal. O fruto pesa de 600 – 1000 g (KOLLER, 2002), tem a polpa amarela e sem fibras e a casca é verde lisa, com espessura média. (CAMPOS, 1984). Seu período de colheita varia de maio a agosto (CAMPOS, 1984). Tem um rendimento alto, mas apresenta inconvenientes: seu sabor não é excelente, além de ter baixo teor de óleo, o que faz a fruta menos conservável (MARANCA, 1975). Apesar disso, essa cultivar tem boa comerciabilidade (RAMOS; SAMPAIO, 2008). Esse híbrido tem ótima aceitação no mercado interno e boa produtividade, boa resistência às doenças e ao transporte e alto rendimento de polpa (CAMPOS, 1984).

Outras variedades importantes também para o comércio interno são Geada, Breda e Margarida.

Os frutos da cultivar Geada pesam em média 700 g, são piriformes, a casca é verde lisa; apresenta 80% de rendimento de polpa, com apenas 2,3% de óleo, com poucas fibras (SOARES, TEIXEIRA E MORAES, 1986). O período de colheita ocorre de janeiro a fevereiro (DONADIO, 1987).

Segundo CEAGESP (2007) (citado por RAMOS e SAMPAIO, 2008) os frutos da cultivar Breda possuem tamanho médio (entre 400 e 600 g), elíptico, com casca lisa fina e polpa amarela sem fibras. A época de produção é tardia, variando de junho a dezembro. Apresenta um alto valor comercial, porém a produção é alternante.

Os frutos da cultivar Margarida podem ser colhidos no meses de julho a outubro, são grandes, pesando em média 800 g, a casca é espessa, verde e rugosa; a polpa é verde clara, aderente ao caroço (KOLLER, 2002). Esse fruto tem médio rendimento de polpa e baixa percentagem de óleo (DONADIO, 1987).

Segundo Souza (2008), quanto às variedades destinadas a exportação, as duas variedades mais importantes na maioria dos países exportadores ainda são a Fuerte e a Hass. Cultivares essas que o Brasil vem exportando para o mercado europeu já com selo de certificação (DAIUTO et al., 2007). No mercado nacional, essas variedades são comercializadas sob a denominação de “Avocados”, e têm sido valorizadas por serem cultivares diferenciadas (FRANCISCO; BAPTISTELLA, 2005).

A cultivar Fuerte é aconselhável oficialmente no estado de São Paulo (MARANCA, 1975). Os frutos possuem boas qualidades, de tamanho pequeno, 250 a 450 g, piriforme, casca um pouco áspera, roxa escura em frutos maduros; polpa amarela, muito saborosa, com 15 a 30% de óleo (KOLLER, 2002). A polpa não possui fibras mas é firme. O fruto é facilmente descascável e resistente ao transporte (DONADIO, 1995). A polpa alcança o teor de óleo de 22% em média (DONADIO, 1995), é manteigosa, excelente e aromática (MARANCA, 1975). A colheita dessa variedade inclui-se na categoria de precoce à média. No Brasil há poucas plantações comerciais da variedade. A maior delas, localizada em Bauru/SP, produz frutos para exportação de março a junho (DONADIO, 1995).

A variedade Hass, é em geral, muito produtiva, apresenta a característica de reter o fruto na árvore mesmo depois de ter atingido o ponto de maturação comercial, podendo assim, ser colhido durante um maior período de tempo (DONADIO, 1995). Os frutos são relativamente pequenos, pesando aproximadamente de 180 a 300 g, de formato oval a piriforme, casca grossa, rugosa e de coloração roxa escura quando maduros e apresenta polpa de excelente qualidade, sem fibras. Seu teor de óleo é de aproximadamente 20%, em média, variando de 18% a 22% (DONADIO, 1995; KOLLER, 2002). Em Bauru/SP essa variedade é colhida para exportação de junho a setembro (RAMOS; SAMPAIO, 2008).

Segundo Souza (2008), os produtores brasileiros, com o apoio do governo federal, vêm investindo pesadamente na produção e pós-colheita para adequar nossas frutas às exigências internacionais, e através de ações de promoções buscam ampliar os mercados compradores.

O Brasil é o oitavo maior produtor de abacate do mundo, com uma produção, em 2009, de 139 mil toneladas, em área de aproximadamente 8 mil hectares, ficando atrás do México, que é o maior exportador, com 1.230.970 toneladas por ano, que é seguido pelo Chile, Estados Unidos e Indonésia (AGRIANUAL, 2012).

A produção brasileira está distribuída principalmente pela região Sudeste, seguida pelo Sul e Nordeste, sendo o Estado de São Paulo o maior produtor, com produção estimada, em 2009, de 74 mil toneladas (53% do total nacional). O segundo maior Estado produtor é Minas Gerais, com participação em torno de 17%, seguido dos Estados de Paraná e Rio Grande do Sul, com 11% e 4% respectivamente (AGRIANUAL, 2012).

O México além de maior produtor é também o maior exportador de abacate, com exportação estimada de mais de 300 mil toneladas no ano de 2010, seguido pela Holanda, Chile, Espanha e Peru. Os maiores importadores são os Estados Unidos, com 345 mil toneladas por ano, seguido de Holanda, França, Japão e Canadá. (AGRIANUAL, 2012).

2.3. Pós-colheita de abacate

O abacate é um fruto climatérico, caracterizado por alta taxa respiratória e elevada produção de etileno após sua colheita, o que lhe proporciona um rápido amadurecimento, aproximadamente 5 a 7 dias após o fruto ser retirado da planta (KOHATSU; MOREIRA, 2008).

Nos frutos climatéricos, mesmo após a colheita, os processos de amadurecimento e senescência continuam e mantêm suas funções vitais em plena atividade, à custa das reservas energéticas obtidas durante seu crescimento e desenvolvimento. Os frutos continuam sofrendo 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).

O rápido amadurecimento do abacate é indesejável para sua comercialização, pois restringe muito seu tempo de durabilidade. Segundo Kluge (2002) (*apud* KOHATSU; MOREIRA, 2008) o amolecimento excessivo decorrente do amadurecimento é o principal fator que limita o transporte e o tempo de comercialização e é o que deprecia a qualidade da fruta.

O estágio de maturação em que os frutos são colhidos poderá 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).

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), após a colheita dos frutos a respiração é o principal processo fisiológico onde os frutos passam a utilizar suas reservas até atingir o seu completo desenvolvimento. No abacate o aumento na taxa respiratória é rápido e o estágio de amadurecimento comestível está intimamente ligado com o pico climatérico. Além das modificações na textura da polpa conhecidas como “amadurecimento comestível”, ocorrem transformações na cor, onde o abacate muda de verde para marrom-escuro.

Os Sólidos Solúveis (SS) indicam a quantidade dos sólidos que se encontram dissolvidos no suco ou na polpa dos frutos. São comumente designados como °Brix e têm tendência de aumento com o avanço da maturação (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A relação sólido solúveis/ acidez titulável (SS/AT) é uma das formas mais utilizadas para avaliação do sabor, 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).

As transformações pós-colheita de frutas e hortaliças também podem ser acompanhadas pela avaliação do teor de fenólicos totais ou da concentração de grupos específicos. São compostos que têm participação no “flavor”, na coloração, na vida de prateleira e na ação do produto como alimento funcional, notadamente como antioxidantes. A concentração de fenólicos é correlacionada com a ação antioxidante, podendo ser utilizada para o acompanhamento da perda de qualidade do produto na fase pós-colheita (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Segundo relatado por Sies e Stahk (1995),

os antioxidantes podem ser definidos como quaisquer substâncias que, presentes em baixas concentrações quando comparadas a um substrato oxidável, atrasam ou inibem a oxidação deste substrato de maneira eficaz.

O amolecimento do fruto está relacionado a atividade das enzimas pectinametilesterase (PME) e a poligalacturonase (PG). A enzima PME age preparando o substrato a ser hidrolisado pela PG, com a degradação da celulose e outros polissacarídeos, há o amolecimento do fruto (AWAD; YOUNG, 1979).

O escurecimento da polpa do abacate durante o amadurecimento é outro fator de extrema importância na qualidade do fruto. Essas consequências indesejáveis são o resultado da atividade de enzimas, principalmente a polifenoloxidase (PFO), provocando inclusive alterações no sabor do fruto (DAIUTO et al., 2010). A PFO, na ausência do ácido ascórbico, modifica os compostos fenólicos presentes nas células. O rompimento das paredes celulares deixa os mencionados compostos em contato com os enzimas, que catalisam a sua oxidação a compostos do tipo quinonas até a transformação em melaninas de intensa coloração marrom. As melaninas, embora não tóxicas, alteram a aparência do produto, além de induzir mudanças no aroma e sabor (MARTIN, 1991).

2.4. Métodos de conservação pós-colheita de abacate

A utilização de câmaras frigoríficas tem sido o método de conservação mais utilizado na preservação pós-colheita do abacate. Nessas câmaras a umidade relativa é superior a 90% e a temperatura pode variar de 5 a 7°C, dependendo da cultivar, do grau de maturação do fruto e do tempo de armazenamento (KOLLER, 2002).

Segundo Daiuto et al. (2012), a manutenção dos frutos 'Hass' sob refrigeração é eficiente na manutenção da qualidade pós-colheita, principalmente em relação a perda de massa e firmeza.

Além da utilização de baixas temperaturas, há outros métodos de conservação que podem ser utilizados na pós-colheita de abacate.

Um método que pode ser utilizado concomitantemente à baixa temperatura é atmosfera controlada ou modificada, que quando empregada adequadamente pode trazer melhores benefícios no tempo de armazenamento dos frutos (SPAGNOL; ROCHA; PRK, 1994).

Ceretta et al. (2000) concluiu que pêssegos da cultivar Eldorado, submetidos à atmosfera controlada, reteram a firmeza da polpa, a acidez titulável e observou a diminuição da incidência de escurecimento interno dos frutos.

Em maçãs Gala, submetidas à atmosfera controlada com remoção de etileno, Brackmann et al. (2003) concluiu que a remoção do etileno proporcionou frutos com melhores características físico-químicas e níveis mais baixos de podridões e distúrbios fisiológicos.

A utilização de cálcio é outro método que pode ser empregado, como no estudo feito por López e Bontemps (1996), em que utilizaram calda Bordalesa no tratamento dos frutos e concluíram que os frutos tratados com cálcio apresentaram menor perda de peso e menor porcentagem de danos causados pelo frio, foi verificado também o aumento da firmeza do fruto e sua vida de prateleira.

Botelho et al.(2002) verificou que o tratamento pós-colheita com cálcio em goiabas ‘Branca de Kumagai’ obteve um aumento do período de conservação pós-colheita, redução da taxa respiratória e redução da suscetibilidade dos frutos a distúrbios fisiológicos causados por baixas temperaturas.

A utilização de cera é outra técnica comumente utilizada na comercialização de frutos que visam à exportação. Sua aplicação começou a ser estudada na década de 80. Apesar de se mostrar um método eficiente, tem como principais limitações seu custo e o possível efeito residual nos frutos. As ceras aumentam o período de conservação das frutas através da diminuição da taxa respiratória e da atividade metabólica (OLIVEIRA, 1996).

Oliveira et al. (2000), em seu experimento com aplicação de ceras em abacate Fuerte, observou que a utilização de ceras “Fruit wax” e “Sparcitrus” foi eficiente na redução de perda de peso dos frutos, sem interferir nos teores de sólidos solúveis, pH e textura.

A utilização de irradiação em doses adequadas vem se mostrando um excelente método de prolongar a vida comercial de frutos de abacate, provocando um atraso nos processos de amadurecimento e senescência, e reduzindo a incidência de ataque de patógenos (KAFERSTEIN ; MOY, 1993).

Segundo Simon (2011), o uso da radiação gama controlou o amadurecimento dos frutos de abacate ‘Hass’ independente da dose aplicada. Segundo Germano, Arthur e Wiendl (1996), foi observado um prolongamento dos dias de vida de

prateleira em abacates da variedade Fortuna quando irradiados com 75 e 100 Gy e depois mantidos em condição ambiente.

Outra metodologia de conservação pós-colheita utilizada em abacate é o tratamento térmico. Segundo Daiuto e Vieites (2008) o tratamento térmico foi efetivo na diminuição da atividade da polifenoloxidase em frutos de abacate 'Hass', sendo a porcentagem de inativação enzimática em frutos amadurecidos submetidos ao tratamento de 78 a 94% em relação a frutos sem tratamento. Daiuto et al. (2010) verificou que o tratamento térmico feitos durante 10 e 15 minutos em abacates 'Hass' resultou em uma redução do pico respiratório dos frutos.

A radiação UV-C é outra técnica que vem sendo estudada. Segundo Daiuto et al. (2010) abacates 'Hass' expostos à radiação UV-C apresentaram diminuição da taxa respiratória se comparados à testemunha. O tempo de exposição aos raios UV-C que mostrou menor taxa respiratória foi o de 5 minutos. Observou-se também efeito da radiação UV-C na redução da perda de massa. Sob temperatura ambiente o tempo de exposição UV-C que proporcionou menor perda de massa foi 15 minutos e sob refrigeração 5 e 10 minutos.

Vem sendo estudada também o uso da radiação por acelerador de elétrons. Simon (2011) verificou que o uso da radiação por acelerador de elétrons favoreceu a conservação dos frutos de abacate 'Hass', independente da dose aplicada.

A atmosfera modificada é outra técnica que vem se mostrando eficiente. Russo (2012) observou que abacates 'Hass' e 'Fuerte' apresentaram as menores perdas de massa fresca e menores taxas respiratórias quando submetidos a refrigeração com tratamentos com atmosferas modificadas nas concentrações de 5% de CO₂ e 4% de O₂ (T2) e na de 7% de CO₂ e 4% de O₂ (T5) mantendo as melhores qualidades dos frutos nessas condições.

Outras metodologias vem sendo estudadas para minimizar os efeitos do amadurecimento e perdas pós-colheita, dentre elas a aplicação de 1-MCP. Kluge et al. (2002) observaram que o 1-MCP retardou o amadurecimento e prolongou a vida de prateleira de abacates 'Quintal'. Com abacates 'Hass', que é um fruto altamente valorizado no mercado, ainda não existem estudos feitos com aplicação de 1-MCP.

2.4.1 1-metilciclopropeno (1-MCP)

Vários tipos de frutas e produtos hortícolas, vêm sendo testados com aplicações de 1-MCP visando a manutenção de seu frescor. Esse produto vem sendo considerado como uma das mais importantes ferramentas da pós-colheita no armazenamento e transporte de frutas sensíveis ao etileno, por manter a qualidade dos frutos como se fossem recém-colhidos (CHITARRA; CHITARRA, 2005)

O 1-metilciclopropeno (1-MCP) é um regulador vegetal patenteado em 1996 e liberado em 1999 como “Ethyl Block” para uso em plantas ornamentais, e recentemente, com o nome de “Smart Fresh” para uso em produtos comestíveis. Vem sendo testado em pós-colheita de diferentes frutos e produtos hortícolas, visando impedir a ação do etileno sobre o amadurecimento. O 1-MCP atua como inibidor competitivo do etileno, ligando-se irreversivelmente aos seus sítios receptores nas membranas celulares, impedindo sua atuação (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

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).

O efeito inibitório do 1-MCP ocorre pelo fato de ele ligar-se, de forma irreversível, ao sítio receptor do etileno, inibindo, assim, o seu estímulo fisiológico (Figura 1). O bloqueio da ligação do etileno no sítio receptor ocorre porque o 1-MCP tem a habilidade de se ligar no mesmo sítio, de modo semelhante ao encaixe de uma chave na fechadura, porém, sendo incapaz de abri-la, isto é, não promove as respostas fisiológicas desencadeadas pelo etileno. O seu efeito protetor prolonga-se por um bom período e depois o tecido recupera sua sensibilidade ao etileno, amadurecendo normalmente (FENG et al., citado por PINTO, 2009).

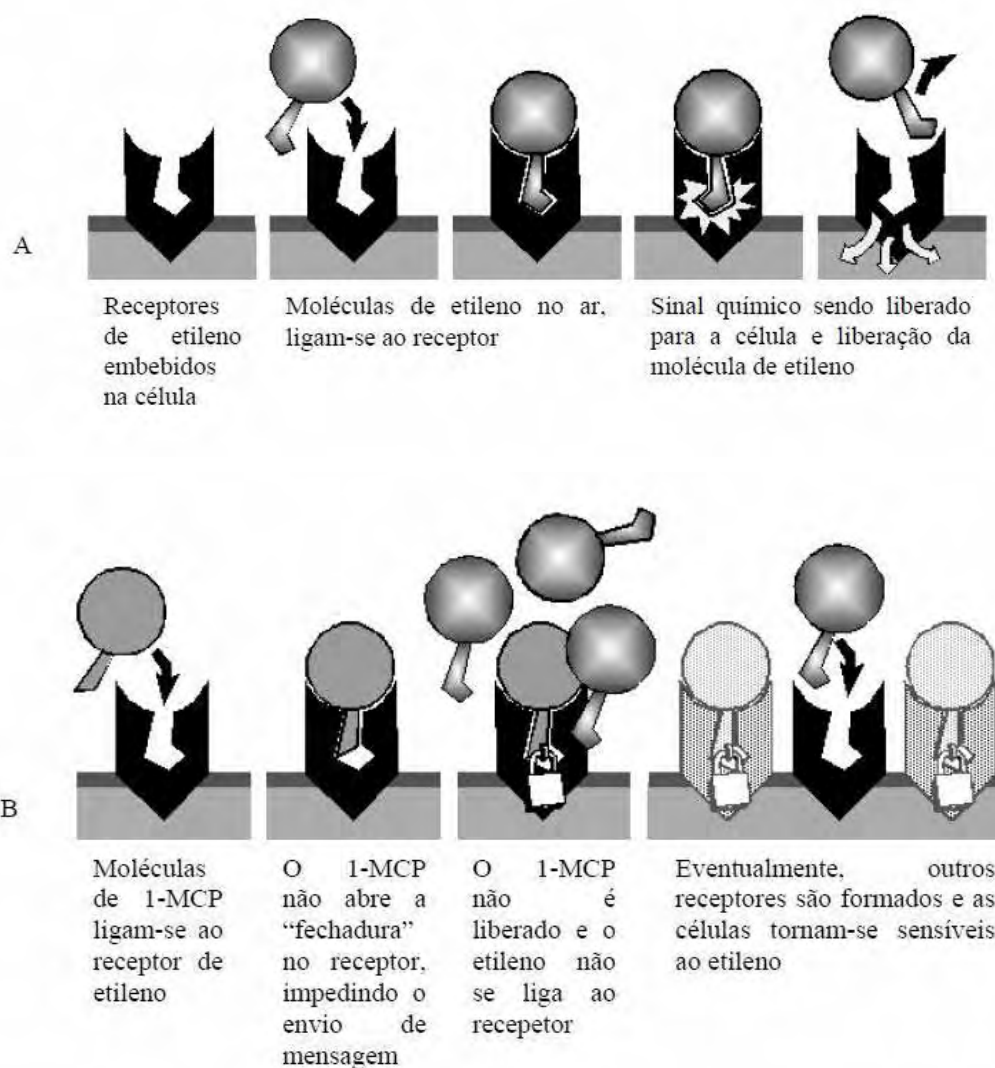


Figura 1: Mecanismo de ligação do etileno em seu sítio receptor (A) e ligação do 1-MCP no sítio receptor de etileno (B). Fonte: BOWER, citado por Blankeship (2001).

Embora o 1-MCP seja um gás, ele tem sido formulado em pó, o qual libera o ingrediente ativo quando misturado a uma solução básica ou água. (KLUGE et al., 2002). A aplicação pode ser realizada colocando-se os frutos numa câmara ou contentor, onde se libera o 1-MCP, que após 6 ou 24 horas de exposição penetra no produto. Após esse período de tempo, retorna-se o produto para as condições desejadas de armazenamento (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Na aplicação de 1-MCP existem diferentes fatores que podem influenciar o resultado final, tais como: concentração do gás 1-MCP necessário para saturar os receptores e competir com o etileno, tempo de aplicação do tratamento para que o produto penetre nos tecidos vegetais, temperatura ideal para que o tratamento seja efetivo em determinado espaço de tempo, e também o grau de maturação do produto, já que o 1-MCP não é muito efetivo em maturações avançadas (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

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).

Kluge et al. (2002) fez uma pesquisa com abacates Quintal e verificou que o 1-MCP em doses adequadas, reteve a coloração, proporcionou maior firmeza, menor incidência de doenças além de diminuir a taxa respiratória dos frutos e consequentemente a produção de etileno.

Segundo Girardi et al. (2003), a aplicação de 1-MCP manteve a firmeza e acidez titulável, reduziu a ocorrência de podridões e a produção de etileno em pêssegos da cultivar Chiripá.

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).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Matéria prima

Foram utilizados frutos de abacate 'Hass', safra de 2011, fornecidos pela empresa Jaguacy, localizada em Bauru/SP, cujas coordenadas geográficas são: Latitude 22°19'18" S, longitude 49°04'13" W e 526m de altitude, distante 90km de Botucatu. Os frutos foram colhidos no ponto de maturação fisiológica de acordo com o teor de óleo e foram transportados para o Laboratório de Frutas e Hortaliças do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial da Universidade de Ciências Agrônômicas, Campus de Botucatu/SP. Em seguida foram selecionados visando à homogeneização do lote quanto ao tamanho, cor e ausência de defeitos ou injúrias.

Os frutos selecionados foram lavados, imersos em solução de hipoclorito de sódio a 5% durante 10 minutos e deixados em bancada forrada com papel toalha até secarem por completo.

3.2 Tratamentos

Os tratamentos utilizados no experimento foram: 200ppm de 1-MCP, 300ppm, 400ppm e sem aplicação de 1-MCP (testemunha).

3.2.1 Aplicação de 1-MCP

Os frutos foram levados de carro, em bandejas, 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 fechada com volume de 186 litros (Figuras 2 e 3).



Figura 2. Frutos acondicionados em caixa para aplicação de 1-MCP.

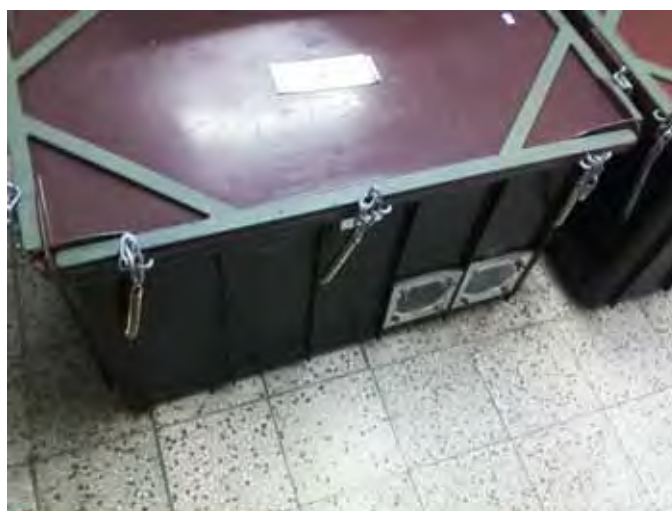


Figura 3. Caixa hermeticamente fechada para aplicação de 1-MCP.

Para o volume desse ambiente fechado, foram pesados 0,060g; 0,089g e 0,119g do produto conforme indicação do fabricante. Essas quantidades de 1-MCP foram diluídas em água (25ml) e inseridas por aberturas nas laterais das caixas, e logo em seguida essas aberturas também foram lacradas.

Os frutos permaneceram dentro das caixas durante 12 horas. Após esse período foram retirados das caixas e transportados para o Laboratório de Frutas e Hortaliças, Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP – Campus de Botucatu/ SP, onde foram armazenados sob refrigeração ($10\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 5\%$ de UR) em bandejas plásticas higienizadas.

3.3 Análises

Os frutos foram analisados aos 0, 3, 6, 9, 12, 15 e 18 dias de armazenamento, sendo que no 15° dia os frutos foram retirados do ambiente refrigerado e colocados em condições ambientes ($21\pm 5^{\circ}\text{C}$ e $70\pm 5\%$ de UR) para uma simulação de sua comercialização, sendo feita análise no 18° dia para verificação da qualidade dos frutos.

As análises foram realizadas em triplicatas, destrutivas e não destrutivas.

3.3.1 Potencial Hidrogenionico (pH)

Foi realizada a leitura de pH no suco de amostras trituradas e homogeneizadas de abacates em potenciômetro digital DMOH 2 segundo metodologia de Brasil (2008).

3.3.2 Acidez titulável (AT)

Determinada segundo metodologia recomendada por Brasil (2008) utilizando-se 5 gramas de polpa homogeneizada e diluída em 95 mL de água destilada, seguida de titulação em solução de NaOH a 0,1M padronizada, tendo como indicador o ponto de viragem da fenolftaleína.

3.3.3 Sólidos solúveis (SS)

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

3.3.4 Índice de maturação (Ratio)

Calculado através da relação sólidos solúveis e acidez titulável.

3.3.5 Firmeza

Para avaliação de firmeza foi utilizado texturômetro (Stevens-LFRA Texture Analyser), com profundidade de penetração de 2.0 mm, velocidade de 2.0 mm s⁻¹ e ponteira TA 9/1000. A leitura foi realizada nos dois lados dos frutos com casca e sem caroço, na região mediana. Os resultados obtidos foram em grama força por centímetro quadrado (gf.cm⁻²) e referem-se à máxima força requerida para que a ponteira penetre no abacate.

3.3.6 Atividade Polifenoloxidase (PFO)

A extração e determinação da enzima foram feitas de acordo com o método de Cano et al. (1997) com adaptações, com os resultados expressos em UAE⁻¹.min⁻¹.g⁻¹ de matéria fresca. Para preparo do extrato enzimático pesaram-se 5 gramas de amostra, que foi triturada e misturada com com 10 ml de tampão acetato de sódio 100mM. 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 0,1M e 0,3 mL do extrato. Para o branco da amostra foi pipetado 1,8 mL 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 mM e 1,85 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 0,8mL de ácido perclórico para que cessasse a reação para poder ser realizada a leitura em espectrofotômetro com comprimento de onda de 395nm.

3.3.7 Capacidade antioxidante e compostos fenólicos totais

3.3.7.1 Preparo do extrato etanólico da polpa

Utilizou-se para extração como solvente a mistura etanol: água (80: 20 v/v). Pesou-se aproximadamente um grama de abacate em tubos tipo Falcon no qual foi adicionado 10mL 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 5000rpm 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. O extrato obtido foi utilizado para a determinação dos compostos fenólicos totais e atividade antioxidante determinada por DPPH.

3.3.7.2 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 pipetagem foi feita em triplicata, utilizando, para as amostras 0,5mL de extrato e 2,5mL do reagente Folin-Ciocalteu 10%, para o branco foi pipetado 0,5mL de água e 2,5 de Folin-Ciocalteu 10%. Feita uma pausa de 5 minutos, foi adicionado também 2mL de carbonato de sódio 4% às 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 740nm. 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 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$.

3.3.7.3 Atividade antioxidante pela metodologia de DPPH

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

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

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

3.3.8 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 20mL de

NaCl a 0,2N. Essa solução foi filtrada e guardada em potes escuros não transparentes (potes de filmes de negativos de fotos).

Dessa solução foi tomado 5mL e adicionado à 30mL 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 0,01N.

Uma unidade de PME foi definida como a quantidade de enzima capaz de catalisar a desmetilação de pectina correspondente ao consumo de 1 μmol de NaOH $\text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ de massa fresca, nas condições de ensaio. Os resultados se apresentaram expressos em U.E. $\text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$.

3.3.9 Determinação da atividade de Poligalacturonase (PG)

A extração enzimática foi realizada segundo técnica de Buescher e Furmanski (1978) com adaptações. Foi utilizado 3g de amostra trituradas e misturadas em Turrax com 50mL de água destilada, essa mistura foi filtrada em organza e ao resíduo de polpa que ficou retido no tecido foi adicionado 40mL de NaCL 1N. O pH foi ajustado com auxílio de NaOH 0,01N para 6,0, e essa mistura foi incubada a 4°C por uma hora. Essa solução teve seu volume corrigido para 50mL com NaCL 1N, 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 (1937) modificada por Nelson (1944). Uma unidade de PG foi definida como a quantidade de enzima capaz de catalisar a formação de 1 μmol de grupos redutores por minuto, nas condições de ensaio. Os resultados foram expressos em U.E. $\text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$.

3.3.10 Perda de massa

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

3.3.11 Respiração

A respiração foi calculada a partir de uma curva obtida pela avaliação dos frutos a cada 3 dias.

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

A taxa de respiração medida em repirômetro 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 0,1N.

3.4 Delineamento estatístico

O delineamento estatístico empregado foi inteiramente casualizado (DIC), sendo que o experimento foi composto por quatro tratamentos e sete tempos de armazenamento.

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

Para 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 Potencial Hidrogeniônico (PH)

A Tabela 1 apresenta os valores de Ph para abacate ‘Hass’ submetidos à aplicação de diferentes doses de 1-MCP (0 ppm, 200 ppm, 300 ppm e 400 ppm), armazenados sob refrigeração ($10\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 5\%$ UR) e ao 18° dia transferidos à temperatura ambiente ($21\pm 5^{\circ}\text{C}$ e $70\pm 5\%$ UR).

Tabela 1. Potencial Hidrogeniônico (pH) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados sob refrigeração ($10\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 5\%$ UR) e ao 18° dia transferidos à temperatura ambiente ($21\pm 5^{\circ}\text{C}$ e $70\pm 5\%$ UR).

Tratamentos	Dias							Média geral de amostra
	0	3	6	9	12	15	18	
0 ppm	6,7	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,7	6,6
200 ppm	6,7	6,4	6,5	6,7	7,0	6,7	6,8	6,7
300 ppm	6,8	6,2	6,3	6,6	6,8	6,7	6,7	6,6
400 ppm	6,7	6,3	6,4	6,6	6,8	6,5	6,7	6,5
Média geral de dia	6,7 A	6,4 B	6,4 B	6,6 A	6,8 A	6,6 A	6,7 A	

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

Não houve diferença estatística entre os frutos dos diferentes tratamentos, porém na média dos dias de análise verificou-se diminuição do valor de pH no dia 3 em todos os frutos, e no dia 6 nos frutos de todos os tratamentos.

Simon (2011) também não observou diferenças significativas de pH em abacates 'Hass' submetidos a diferentes doses de irradiação gama e armazenados sob temperatura ambiente. Assim como no presente trabalho, Simon (2011) notou também diminuição do pH no dia 3. Durante o período de armazenamento, Vieites, Daiuto e Fumes (2012) verificou o aumento do pH dos frutos de abacate 'Fuerte' sob condições ambientes e refrigerado.

4.2 Acidez Titulável (AT)

A Tabela 2 apresenta os valores de acidez (g de ácido cítrico 100g⁻¹ de polpa) nas polpas de abacate 'Hass' submetidos à aplicação de diferentes doses de 1-MCP (0 ppm, 200 ppm, 300 ppm e 400 ppm), armazenados sob refrigeração (10±1°C e 90±5% UR) e no 18 dia transferidos à temperatura ambiente (21±5°C e 70±5% UR).

Tabela 2: Acidez titulável (g de ácido cítrico 100g⁻¹ de polpa) obtidos em abacates 'Hass' submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados sob refrigeração (10±1°C e 90±5% UR) e ao 18° dia transferidos à temperatura ambiente (21±5°C e 70±5% UR).

Tratamentos	Dias							Média geral de amostra
	0	3	6	9	12	15	18	
0 ppm	0,19 aB	0,26 aB	0,34 aB	0,84 aA	0,36 aB	0,43 aB	0,39 aB	0,40
200 ppm	0,2 aB	0,23 aAB	0,31 aAB	0,47 bA	0,25 aAB	0,33 aAB	0,37 aAB	0,30
300 ppm	0,17 aA	0,26 aA	0,21 aA	0,29 cA	0,27 aA	0,27 aA	0,25 aA	0,25
400 ppm	0,18 aA	0,24 aA	0,23 aA	0,17 cA	0,29 aA	0,28 aA	0,27 aA	0,24
Média geral de dia	0,18	0,25	0,28	0,44	0,29	0,33	0,32	

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

Segundo Chitarra e Chitarra (2005) com o amadurecimento as frutas perdem rapidamente a acidez, o que leva ao aumento nos valores de pH, diferindo dos valores encontrados nessa pesquisa. Observou-se, que para a acidez dos frutos do tratamento controle não apresentou diferença estatística durante os 18 dias de

armazenamento. Nos frutos dos tratamentos com 200 ppm e 300 ppm verificou-se acréscimo na acidez. Durante todo o período de armazenamento, os frutos tratados com 300 ppm e 400 ppm não diferiram estatisticamente entre si. Nos frutos tratados com 0 ppm e 200 ppm de 1-MCP, verificou-se aumento de acidez no dia 9.

Daiuto et al. (2012) analisaram abacates ‘Hass’ armazenados sob refrigeração e observaram decréscimo gradual dos valores de acidez durante o período de armazenamento, discordando do apresentado nesse trabalho, o qual apresentou valores de acidez estáveis.

4.3 Sólidos Solúveis (SS)

A Tabela 3 apresenta os valores de sólidos solúveis (°Brix) para abacates ‘Hass’ submetidos à aplicação de diferentes doses de 1-MCP (0 ppm, 200 ppm, 300 ppm e 400 ppm), armazenados sob refrigeração ($10\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 5\%$ UR) e ao 18° dia transferidos à temperatura ambiente ($21\pm 5^{\circ}\text{C}$ e $70\pm 5\%$ UR).

Tabela 3. Teor de sólidos solúveis (°Brix) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados sob refrigeração ($10\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 5\%$ UR) e ao 18° dia transferidos à temperatura ambiente ($21\pm 5^{\circ}\text{C}$ e $70\pm 5\%$ UR).

Tratamentos	Dias							Média geral de amostra
	0	3	6	9	12	15	18	
0 ppm	9,7 aB	9 aB	12,4 aAB	12,1 aAB	16,7 aA	12,7 aAB	14,6 aAB	12,50
200 ppm	10,9 aA	8,4 aAB	4,5 bB	9,8 aAB	10,3 bAB	9,4 aAB	14,2 aA	9,40
300 ppm	2,1 aAB	8,6 aAB	3,5 bB	8,7 aAB	8,9 bAB	8,1 aAB	13,8 aA	9,10
400 ppm	2,8 aAB	9,8 aBC	4,0 bC	9,6 aBC	10,2 bABC	7,5 aBC	16,2 aA	10,00
Média geral de dia	11,4	9,0	6,1	10,0	11,5	9,4	14,7	

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

Nos frutos submetidos à aplicação de 1-MCP observou-se queda dos valores de sólidos solúveis (SS) no dia 6, diferindo estatisticamente dos frutos sem aplicação. Verificou-se também que os frutos não tratados com 1-MCP apresentaram pico de SS no dia 12. Enquanto que nos frutos tratados com 1-MCP, esse pico ocorreu no dia 18, devido à concentração de SS com a perda de água pelo fruto.

Os dados avaliados discordam dos reportados por Daiuto et al.(2012), quando avaliaram abacates ‘Hass’ armazenados em temperatura ambiente e

refrigerado, os quais apresentaram diminuição nos teores de SS ao longo do período experimental.

Para abacates ‘Fuerte’ armazenados sob refrigeração ocorreu incremento dos valores de SS ao longo do período experimental, atingindo valores máximos no 9º dia, e a partir desse ponto prestando-se como substrato energético para a transformação e sobrevivência pós-colheita (VIEITES et al., 2012). No presente trabalho ocorreu a mesma tendência, porém em período diferente; os maiores valores reportados dos frutos tratados com 1-MCP se encontram no dia 18, ou seja, a aplicação de 1-MCP foi efetiva para a manutenção de baixos valores de SS por um maior período de tempo.

4.4 Índice de Maturação (Ratio)

Os valores do índice de maturação (SS/AT) para abacate ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de 1-MCP e armazenados sob refrigeração ($10\pm 1^\circ\text{C}$ e $90\pm 5\%$ UR) e ao 18º dia transferidos à temperatura ambiente ($21\pm 5^\circ\text{C}$ e $70\pm 5\%$ UR) podem ser verificados na Tabela 4.

Tabela 4: Índice de maturação (SS/AT) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados sob refrigeração ($10\pm 1^\circ\text{C}$ e $90\pm 5\%$ UR) e ao 18º dia transferidos à temperatura ambiente ($21\pm 5^\circ\text{C}$ e $70\pm 5\%$ UR).

Tratamentos	Dias							Média geral de amostra
	0	3	6	9	12	15	18	
0 ppm	26,0	17,4	22,0	7,5	23,4	15,4	19,7	18,8
200 ppm	36,9	20,0	7,3	11,2	21,2	17,1	19,8	19,2
300 ppm	36,1	16,5	8,1	14,8	16,7	15,1	31,1	19,8
400 ppm	39,9	20,0	9,4	31,1	18,4	13,7	30,6	23,2
Média geral de dia	34,7A	18,5BC	11,7C	16,2BC	19,9BC	15,2BC	25,8AB	

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

No dia 6, os frutos submetidos à aplicação de 1-MCP apresentam decréscimo nos valores de “Ratio”, e no dia 9 esses valores voltam a subir. Para os frutos sem aplicação de 1-MCP, os menores valores de “Ratio” foram encontrados no dia 9, voltando a subir no dia 12.

Neste trabalho o maior valor de “Ratio” encontrado foi no dia 0.

4.5 Firmeza

Os valores de firmeza para abacate ‘Hass’ sob diferentes doses de aplicação de 1-MCP estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Firmeza ($\text{g}\cdot\text{f}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$) obtida em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados sob refrigeração ($10\pm 1^\circ\text{C}$ e $90\pm 5\%$ UR) e ao 18° dia transferidos à temperatura ambiente ($21\pm 5^\circ\text{C}$ e $70\pm 5\%$ UR).

Tratamentos	Dias							Média geral de amostra
	0	3	6	9	12	15	18	
0 ppm	979,7 aA	1009,7 aA	482,3 bB	750,8 aAB	233,7 bC	351,2 bcB	161,5 bcB	567,0
200 ppm	1005,2 aA	1005,3 aA	995,3 aA	969,3 aA	1018,0 aA	455,0 abB	172,3 bB	854,4
300 ppm	1020,0 aA	1011,0 aA	972,7 aA	852,2 aA	1014,0 aA	818,8 aA	622,7 aA	854,4
400 ppm	1015,8 aA	989,7 aA	1017,8 aA	745,0 aB	1013,0 aA	779,2 abA	432,3 abB	856,1
Média geral de dia	1005,2	1003,9	867,0	829,3	819,7	614,3	363,1	

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

Verificou-se que os frutos do tratamento controle apresentaram queda na firmeza durante o armazenamento. Nos frutos em que foi feita a aplicação de 200 ppm de 1-MCP verificou-se maior firmeza até o dia 12, tendo uma queda brusca a partir do dia 15, devendo-se provavelmente pelo fato de serem frutos diferentes utilizados em cada retirada de amostra, concomitantemente com o seu amadurecimento.

Nos frutos tratamento com 300 ppm, verificou-se a manutenção da firmeza durante todo o armazenamento, sem diferenciação estatística. Nos frutos do tratamento com 400 ppm de 1-MCP a firmeza foi pouco afetada até o 12° dia, a seguir ocorreu diminuição de textura nos dias 15 e 18.

4.6 Polifenoloxidase (PFO)

Os valores obtidos para a enzima PFO em frutos de abacate podem ser observados na Tabela 6.

Tabela 6: Atividade da enzima polifenoloxidase (U.A.E.min⁻¹.g⁻¹) obtidas em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados sob refrigeração (10±1°C e 90±5% UR) e ao 18º dia transferidos à temperatura ambiente (21±5°C e 70±5% UR).

Tratamento	Dias							Média geral de amostra
	0	3	6	9	12	15	18	
0 ppm	586,7	723,8	657,4	618,2	734,6	669,4	729,3	674,2
200 ppm	679,7	663,9	609,8	641,3	672,1	749,7	809,7	680,0
300 ppm	584,8	661,4	757,9	669,7	664,0	801,0	814,7	707,7
400 ppm	642,7	666,4	645,9	772,7	598,3	788,5	849,8	709,2
Média geral de dia	623,5C	678,9 BC	667,7BC	675,5BC	667,3BC	752,4AB	800,1A	

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

Não houve diferença estatística entre os frutos com diferentes tratamentos de 1-MCP. Com relação aos dias de armazenamento observou-se acréscimo no valor de PFO dos frutos nos diferentes tratamentos.

Os resultados diferem dos encontrados por Cábria et al. (2011), onde verificou-se o decréscimo na atividade da PFO durante o período experimental de 15 dias em abacates ‘Hass’ submetidos a radiação (UV-C). Assim como Fumes et al. (2011), que também verificou o decréscimo na atividade da PFO em frutos ‘Fuertes’ submetidos à hidrotermia.

Portanto, a utilização de 1-MCP não foi efetiva para a redução da atividade da PFO em frutos de abacates ‘Hass’.

4.7 Compostos fenólicos

Quanto ao teor de compostos fenólicos totais presentes nos abacates, observou-se que no dia 6 os frutos tratados com 200 ppm e o controle diferiram estatisticamente dos tratados com 300 ppm e 400 ppm. No dia 9 somente os frutos tratados com 300 ppm diferiu dos demais. No último dia de análise, os tratamentos com 200 ppm e 400 ppm não diferiram entre si (Tabela 7).

Tabela 7: Compostos fenólicos totais (mg ácido gálico 100g⁻¹ polpa) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados sob refrigeração (10±1°C e 90±5% UR) e ao 18° dia transferidos à temperatura ambiente (21±5°C e 70±5% UR).

Tratamentos	Dias							Média geral de amostra
	0	3	6	9	12	15	18	
0 ppm	31,2 aAB	36,0 aAB	29,2 bB	41,9 abAB	33,7 aAB	33,2 bAB	44,1aA	35,60
200 ppm	31,6 aA	29,1 aA	28,9 bA	34,5 abA	37,8 aA	33,3 abA	40,2 abA	33,30
300 ppm	33,3 aBC	31,3 aC	47,1 aA	43,2 aABC	41,1 aABC	45,4 aAB	32,3 bC	39,10
400 ppm	23,9 aB	35,9 aAB	41,3 aA	30,9 bAB	37,7 aA	40,2 abA	37,0 abA	35,30
Média geral de dia	30,0	33,1	36,6	37,6	37,6	38,4	38,2	

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

Observou-se aumento nas médias dos valores de compostos fenólicos durante o período de armazenamento, diferindo do resultado encontrado por Cábria et al. (2011) que observou redução do conteúdo de compostos fenólicos até o 12° dia de armazenamento em abacates ‘Hass’ submetidos à radiação (UV-C).

Neste trabalho, nos frutos tratados com 300 ppm de 1-MCP ocorreu aumento de compostos fenólicos no dia 6 e decréscimo nos dias seguintes, como ocorreu com Fumes et al. (2011), que trabalhando com abacates ‘Hass’ sob tratamento hidrotérmico, observou que o conteúdo de compostos fenólicos totais dos frutos aumentou até o sexto dia de armazenamento, decrescendo após este momento, atribuindo a essa diminuição dos valores, uma possível consequência do início do processo de senescência.

Para os frutos sem aplicação de 1-MCP, ocorreu aumento do conteúdo de compostos fenólicos no 18° dia. Para os frutos tratados com 200 ppm de 1-MCP, o conteúdo de compostos fenólicos se mantiveram elevados durante todo o período, já para os frutos tratados com 400 ppm, houve acréscimo do conteúdo compostos fenólicos a partir do dia 12.

4.8 Atividade Antioxidante (AA)

Os valores da capacidade antioxidante para abacates ‘Hass’ são apresentados na Tabela 8.

Para os frutos do controle, houve diferenças estatísticas entre todos os dias de análise. Para os frutos tratados com 200 ppm de 1-MCP, observou-se diferença

estatística no dia 6, apresentando um pico nos valores de AA, e no dia 18, quando os valores voltam a subir. Para a dose de 300 ppm, observou-se pico de atividade antioxidante no dia 9. Já para a dose de 400 ppm, notou-se que o terceiro dia de armazenamento apresentou maior atividade de AA.

Tabela 8: Capacidade antioxidante determinada por DPPH(%) obtidos em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados sob refrigeração ($10\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 5\%$ UR) e ao 18° dia transferidos à temperatura ambiente ($21\pm 5^{\circ}\text{C}$ e $70\pm 5\%$ UR).

Tratamentos	Dias							Média geral de amostra
	0	3	6	9	12	15	18	
0 ppm	28,5 aC	42,0 abBC	68,7 aA	39,2 aBC	57,6 aAB	32,3 aC	38,5 aBC	43,80
200 ppm	25,5 aB	31,4 bB	66,6 aA	29,9 aB	18,9 bB	35,0 aB	42,2 aAB	35,30
300 ppm	37,1 aAB	42,9 abAB	39,2 bAB	46,0 aA	19,9 bB	40,6 aAB	36,0 aAB	37,40
400 ppm	28,4 aB	62,5 aA	29,7 bB	35,3 aB	20,6 bB	34,4 aB	32,3 aB	34,70
Média geral de dia	29,9	44,7	51,1	37,6	29,2	35,7	36,8	

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

No dia 3, os frutos do tratamento com 300 ppm e o controle não diferiram entre si. No dia 6 os tratamentos com 300 e 400 ppm não diferiram entre si, e os frutos do tratamento com 200 ppm não diferiu do controle. No dia 12 os frutos do tratamento controle diferiu dos demais, apresentando maior atividade de AA, porém no dia 18 nenhum tratamento diferiu entre si.

Verificou-se que a utilização de 1-MCP não foi efetiva na manutenção da capacidade antioxidante em frutos de abacates ‘Hass’, pois no 18° dia não houve diferença estatísticas significativas entre os frutos tratados e o controle, pela metodologia de DPPH.

4.9 PECTINAMETILESTERASE (PME)

Os valores obtidos para enzima PME em frutos de abacate podem ser observados na Tabela 9.

Tabela 9: Atividade da enzima pectinametilesterase ($\text{U.E.min}^{-1}.\text{g}^{-1}$) obtidas em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados sob refrigeração ($10\pm 1^\circ\text{C}$ e $90\pm 5\%$ UR) e ao 18º dia transferidos à temperatura ambiente ($21\pm 5^\circ\text{C}$ e $70\pm 5\%$ UR).

Tratamento	Dias							Média geral de amostra
	0	3	6	9	12	15	18	
0 ppm	223,2 bA	196,2 aA	239,8 aA	258,5 aA	354,6 aA	269,2 aA	288,4 abA	261,4
200 ppm	423,2 aA	134,1aB	179,3 aB	247,4 aAB	170 aB	223,7 aAB	257,3 abAB	232,8
300 ppm	299,3 abA	157,8 aA	213,8 aA	157,8 aA	231,8 aA	218,5 aA	185,7 bA	209,2
400 ppm	307,6 abAB	170,9 aB	240,8 aAB	143,7 aB	197,7 aB	201,3 aB	450,1 aA	244,6
Média geral de dia	313,3	164,7	218,4	201,9	238,5	228,6	298,8	

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

Observou-se que o tratamento 300 ppm e o controle não apresentaram diferença estatística em relação aos dias até o fim do período de armazenamento. No 18º dia de experimento, os frutos submetidos a dose de 200 ppm e o controle não diferiram entre si, porém diferiram dos frutos dos demais. Nos frutos submetidos à dose de 400 ppm de 1-MCP, os maiores valores reportados se encontram no dia 18.

A pectinametilesterase (PME) atua removendo grupos metoxílicos (OCH_3) das substâncias pécicas, reduzindo o grau de metoxilação, liberando metanol e íons hidrogênio (H^+) (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Notou-se neste trabalho que houve interações de doses de 1-MCP com dias de armazenamento para PME.

4.10 Poligalacturonase (PG)

Observou-se que até o final do período não houve diferenças estatísticas significativas de PG entre os diferentes tratamentos e em relação ao dias de análise, conforme verifica-se na Tabela 10.

Tabela 10: Atividade da enzima poligalacturonase ($\text{U.E.min}^{-1}.\text{g}^{-1}$) obtidas em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados sob refrigeração ($10\pm 1^\circ\text{C}$ e $90\pm 5\%$ UR) e ao 18º dia transferidos à temperatura ambiente ($21\pm 5^\circ\text{C}$ e $70\pm 5\%$ UR).

Tratamentos	Dias							Média geral de amostra
	0	3	6	9	12	15	18	
0 ppm	795,7	794,8	792,1	789,1	782,1	790,7	784,4	798,8
200 ppm	796,6	729,7	785,5	793,8	786,8	785,7	790,0	780,5
300 ppm	795,5	794,3	781,7	794,8	791,5	788,3	787,7	790,5
400 ppm	796,6	792,2	784,8	819,7	794,2	790,3	790,1	795,4
Média geral de dia	796,1	777,8	786,0	799,3	788,6	789	787,9	

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

Simon (2011) também não verificou diferença estatística para atividade de PG em abacate ‘Hass’ submetido à radiação gama, porém seus valores foram inferiores aos encontrados no presente trabalho.

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 maturação em frutas climatéricas, porém no presente trabalho esses valores não se correlacionaram com o amaciamento dos frutos, pela metodologia de Buerscher e Furmanski (1978), mesmo com adaptações.

4.11 Perda de Massa

A perda de massa fresca está relacionada com a perda de umidade do fruto. No presente trabalho notou-se que quanto maior foi a dose aplicada de 1-MCP, menor foi a perda de massa dos frutos, no entanto o percentual de perda foi pequeno para os frutos de todos os tratamentos, em torno de 5%.

A Figura 4 evidencia a perda de massa fresca dos frutos submetidos a diferentes doses de 1-MCP durante 18 dias de armazenamento.

Após o dia 15, os frutos apresentaram acréscimo mais acentuado na perda de massa, isso pode ter ocorrido devido ao fato de terem sido retirados do armazenamento refrigerado e expostos em condições ambientes.

Daiuto et al. (2012) também observaram perda de massa mais acentuada em abacates ‘Hass’ mantidos sob temperatura ambiente do que os mantidos sob refrigeração. A perda de massa dos frutos armazenados sob refrigeração não superou 3% do peso inicial dos frutos até o 15 dia de armazenamento, assim como observado neste trabalho; já os frutos armazenados em temperatura ambiente apresentaram perdas de até 35% do peso inicial quando analisados no 15 dia de armazenamento.

Portanto a baixa perda de massa apresentada pelos frutos neste experimento está relacionada também com o armazenamento em baixa temperatura até o 15º dia.

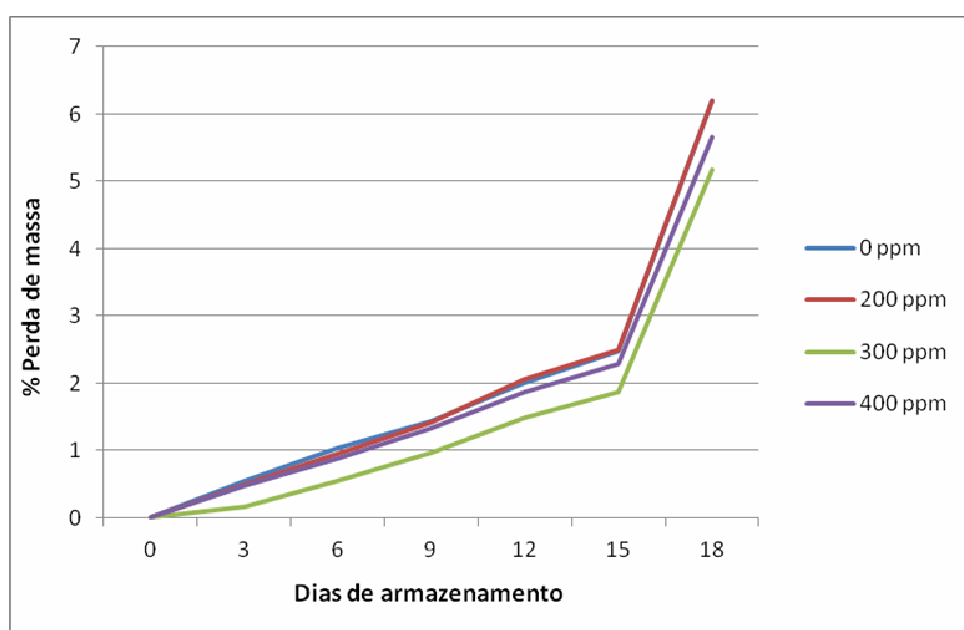


Figura 4: Perda de massa fresca (%) em abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados sob refrigeração ($10\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 5\%$ UR) e ao 18º dia transferidos à temperatura ambiente ($21\pm 5^{\circ}\text{C}$ e $70\pm 5\%$ UR).

4.12 ATIVIDADE RESPIRATÓRIA

Observou-se que os frutos tratados com 200 ppm, 300 ppm e 0 ppm, obtiveram pico respiratório no terceiro dia de armazenamento, enquanto que os frutos tratados com 400 ppm de 1-MCP não apresentaram pico respiratório (Figura 5).

Verificou-se que os frutos do tratamento controle foram os que apresentaram maior taxa respiratória em relação aos demais. Quanto maior a dose de 1-MCP

aplicada, menor o pico respiratório dos frutos, sendo que os frutos submetidos a 400 ppm de 1-MCP não apresentaram pico climatérico.

Para abacates 'Hass' submetidos à radiação gama, Daiuto et al. (2010) verificaram que o pico respiratório ocorreu no 9º dia, tanto para frutos sob refrigeração como para os mantidos em condições ambientes, assim como para frutos submetidos à radiação (UV-C) em temperatura ambiente. Os frutos dos tratamentos com irradiação gama e irradiação (UV-C) apresentaram resultados diferentes dos encontrados nesse trabalho.

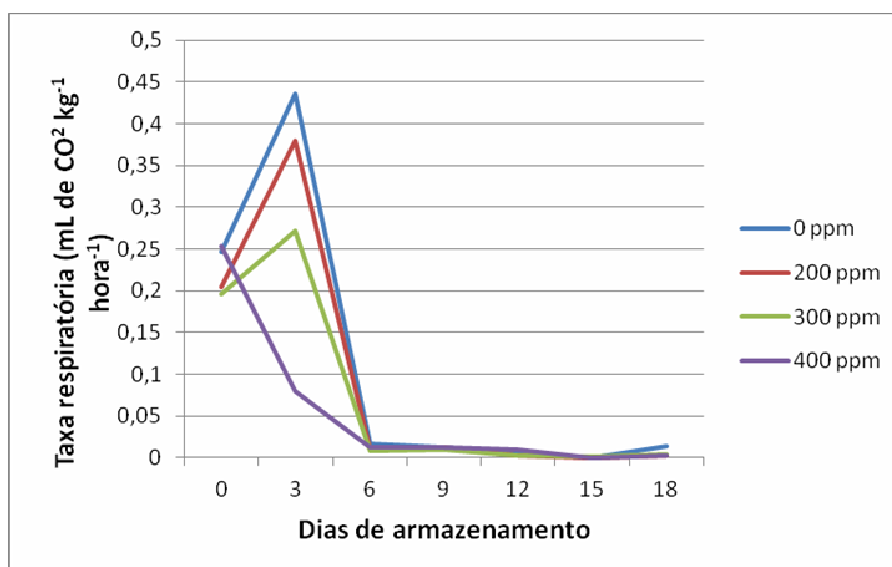


Figura 5: Variação média da taxa respiratória ($\text{mL de CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{hora}^{-1}$) em abacates 'Hass' submetidos a diferentes doses de 1-MCP, armazenados sob refrigeração ($10 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR) e ao 18º dia transferidos à temperatura ambiente ($21 \pm 5^\circ\text{C}$ e $70 \pm 5\%$ UR).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil é grande produtor de abacate 'Hass' e tem sua maior produção concentrada no Estado de São Paulo. Esses frutos são produzidos principalmente 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 abacates 'Hass', visando o aumento do período de conservação pós-colheita desses frutos, possibilitando assim, sua exportação sem a perda de qualidade dos frutos.

Os frutos submetidos ao tratamento de 1-MCP não apresentaram visualmente sinais de amadurecimento durante todo o período de armazenamento, porém notou-se mudança na casca dos frutos que se tornou mais espessa. Seria interessante esses frutos tratados com doses de 1-MCP serem estudados por um maior período de tempo para saber se esse espessamento da casca não irá interferir no amadurecimento dos frutos, e a realização de análise sensorial nesses frutos 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.

Este estudo foi realizado com os frutos armazenados sob refrigeração, seria pertinente fazer um estudo de aplicação de 1-MCP onde os frutos possam permanecer em temperatura ambiente, para verificar a ação do produto sem a interferência da temperatura.

6. CONCLUSÃO

Nas condições em que 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 abacates ‘Hass’;
- Quanto maior a dose utilizada de 1-MCP, verificou-se diminuição da taxa respiratória dos frutos;
- O 1-MCP foi eficiente na manutenção da firmeza dos frutos;
- O 1-MCP não demonstrou efeitos sobre as enzimas poligalacturonase, pectinametilesterase e polifenoloxidase, segundo as metodologias utilizadas;
- O 1-MCP não demonstrou efeitos sobre a manutenção da capacidade antioxidante nos frutos pela metodologia do DPPH.

7. REFERÊNCIAS

AGRIANUAL: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Agroinformativos, 2012. 371 p.

AWAD, M.; YOUNG, R. E. Postharvest variation in cellulase, polygalacturonase, and pectinmethylesterase in avocado (*Persea Americana* Mill, cv. Fuerte) fruits in relation to respiration and ethylene production. **Plant Physiology**, California, v. 64, p. 306-308, 1979.

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

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.

BOTELHO, R. V.; SOUZA, N.L; PERES, N.A.R. Qualidade pós-colheita de goiabas 'Branca de Kumagai' tratadas com cloreto de cálcio. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal. v.24, n.1, p.63-67, 2002.

BRACKMANN, A. et al. Armazenamento de maçã 'Gala' em atmosfera controlada com remoção de etileno. **Ciência Rural**, Santa Maria. v.33, n.4, p.647-650, 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos físico-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, DF, 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, Jan./Feb., 1978.

CÁBIA, N. C.; DAIUTO, E. R.; VIEITES, R. L.; FUMES, J. G. F.; CARVALHO, L. R. Fenólicos totais, polifenoloxidase e coloração em abacate 'Hass' submetido a radiação UV-C. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal- SP, Volume Especial, p. 314-320, outubro, 2011.

CAMPOS, J.S. **Abacaticultura paulista**, Campinas: CATI 1984. 29p. (Boletim técnico, 181).

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**, Barking, n.59, p.411-419, 1997.

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

CERETTA, M.; ANTUNES, P.A.; BRACKMANN, A.; NAKASU, B.H. Conservação em atmosfera controlada de pêssego cultivar Eldorado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.1, p.73-79, 2000.

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

COOPERCITRUS. Abacate: uma fruta nutritiva e lucrativa. **Coopercitrus: Revista Agropecuária**, ed 256. Disponível em : <http://www.revistacoopercitrus.com.br/?pag=materia&codigo=5269>. Acesso em: 06 mar. 2013.

DAIUTO, E. R.; VIEITES, R. L.; TACONELLI, C.; GONÇALVES, A. F.; PIVETTA, P. R.; SIMON, J. W. Sensorial evaluation of guacamole conserved by the cold. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v.18, n.4, p. 405-412, out./dez 2007.

DAIUTO, E. R.; VIEITES, R. L. Atividade da peroxidase e polifenoloxidase em abacate da variedade 'Hass', submetidos ao tratamento térmico. **Revista Iberoamericana de Tecnologia Postchosecha**, Mexico, v.9, n.2, p.106-112, 2008.

DAIUTO, E. R.; VIEITES, R. L.; TREMOCOLDI, M. A.; VILEIGAS, D. F. Estabilidade físico-química de um produto de abacate acondicionado em diferentes embalagens e conservados pelo frio. **Alim. Nutr.**, Araraquara v.21, n.1, p. 97-105, jan./mar. 2010.

DAIUTO, E.R.; VIEITES, R.L.; TREMOCOLDI, M.A.; RUSSO, V.C. Taxa respiratória de abacate 'Hass' submetido a diferentes tratamentos físicos. **Revista Iberoamericana de Tecnologia Postchosecha**, Mexico, v.10, n.2, p.101-109, 2010.

- DAIUTO, E. R.; CABIA, N. C.; FUMES, J. G. F.; VIEITES, R. L.; CARVALHO, L. R.; GARCIA, M. R. Capacidade anti radical livre e qualidade pós-colheita de abacate 'Hass'. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.14 , n.1, p.51-62, 2012.
- DONADIO, L. C. Present status of Brazilian avocado industry. In: **WORLD AVOCADO CONGRESS**, 1., 1987, South Africa. Proceedings... SAAGA: Yearbook, 1987. v. 10, p. 82-85.
- DONADIO, L.C. Abacate para exportação: aspectos técnicos da produção. 2. Ed. Ver. Ampl. Brasília: EMBRAPA: SPI, 1995. p. 21-52 (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 2).
- DONADIO, L. C.; SDR; FRUPEX. **Abacate para exportação**: aspectos técnicos da produção. 2 ed. Brasília – DF: EMBRAPA, 1995. 53 p.
- FRANCISCO, V. L. F. S.; BAPTISTELLA, C. S. L. Cultura do abacate no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.35, n.5, p. 27 – 41, maio 2005.
- FUMES, J. G. F.; DAIUTO, E. R.; CÁBIA, N. C.; VIEITES, R. L.; CARVALHO, L. R. Fenólicos totais, polifenoloxidase e coloração em abacate 'Fuerte' submetido a hidrotérmia. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, Mexico, v. 12, n. 2, p. 149-155, 2011.
- GERMANO, R. M. A.; ARTHUR, V.; WIENDL, F. M. Conservação pós-colheita de abacates Persia americana Mill, variedades Fortuna e Quintal, por irradiação. **Sci. Agric.**, Piracicaba, v.53, n.2-3, 1996.
- GIRARDI, C.L.; MARTINS, C.R.; PARUSSOLO, A.; TOMASI, R.J.; CORRENT, A.R.; ROMBALDI, C.V. Efeito da aplicação de 1-metilciclopropeno na conservação da qualidade de pêssegos (*Prunus pérsica* L.), cultivar Chiripá. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 9, n.2, p. 157-161, 2003.
- GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 14. ed. Piracicaba: Nobel, 2000. p. 477.
- 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, May/June 1966.
- KAFERSTEIN, F.K.; MOY, G.G. Public health aspects of food irradiation. **Journal of Public Health Policy**, United Kingdom, v.14, n.2, p.149-163, 1993.
- KLUGE, R.A.; JACOMINO, A.P.; OJEDA, R.M.; BRACKMANN, A. Inibição do amadurecimento de abacate com 1-metilciclopropeno. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.37, n.7, p.895-901, 2002.
- KOHATSU, D.S.; MOREIRA, G.C. Pós-colheita do abacate. In: LEONEL. S. (Org.) **Abacate: Aspectos técnicos da produção**. 1ed. São Paulo: Universidade Estadual Paulista- Cultura Acadêmica Editora, 2008. p. 199-214.

KOLLER, O.C. **Abacate: produção de mudas, instalação e manejo de pomares, colheita e pós-colheita.** 1 ed. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2002. 154 p.

LÓPEZ, L.L.; BONTEMPS, J.F.C. Tratamientos poscosecha com fuentes de cálcio sobre La capacidad de almacenamiento de frutos de aguacate 'Fuerte'. **Yearbooks 1996:** Fundación Salvador Sánches Colin CICTAMEX S.C. Coatepec Harinas, México, p.141-147.

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.

MARANCA, G. **Fruticultura Comercial: Manga e Abacate.** São Paulo: Nobel, 1975. 138 p.

MARTIN, Z. J. Processamento: Produtos, características e utilização. 1991. In: TEIXEIRA, C. G., et al. 1991. **Abacate: cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos.** 2 ed. Campinas: ITAL, p.148-155.

MENSOR, L. L.; MENEZES, F.S; LEITÃO, G.G.; REIS, A.S.; 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.

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

OLIVEIRA, M. A.; SANTOS, C.H.; HENRIQUE, C.M.; RODRIGUES, J.D. Ceras para conservação pós-colheita de frutos de abacateiro cultivar Fuerte, armazenados em temperatura ambiente. **Scientia Agrícola, Piracicaba**, v.57, n.4, p.777-780, 2000.

OLIVEIRA, M.A. **Utilização de películas de féculas de mandioca como alternativa a cera comercial na conservação pós-colheita de frutos de goiaba (*Psidium guayava*) variedade Kumagai.** Piracicaba. 1996. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo, 1996.

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 Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

- PINTO, J.A.V. **Amadurecimento de caqui 'Fuyu' em função da exposição ao frio, atmosfera controlada e 1-MCP.** 2009. 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção Vegetal)- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.
- RAMOS, D.P; SAMPAIO, A.C. Principais variedades de abacateiro. In: LEONEL. S. (Org.) **Abacate: Aspectos técnicos da produção.** 1ed. São Paulo: Universidade Estadual Paulista- Cultura Acadêmica Editora, 2008. p.37-64.
- RUSSO, V.C. **Conservação refrigerada de abacate 'Hass' e 'Fuerte' submetidos à atmosferas modificadas ativas.** 2012. 48 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.
- SIES, H.; STAHL, W. Vitamins E and C. beta-carotene. and other carotenoids as antioxidants. **American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 62, n. 6, p. 13155-13215, 1995.
- SILVA, A.C. Abacate como fonte terapêutica. In: LEONEL. S. (Org.) **Abacate: Aspectos técnicos da produção.** 1ed. São Paulo: Universidade Estadual Paulista- Cultura Acadêmica Editora, 2008. p. 215- 239.
- SIMON, J.W. **Conservação do abacate 'Hass' e do guacamole por irradiação.** 2011. 95 f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Energia na Agricultura)- Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.
- SINGLETON, V.L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA, R.M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteau reagent. **Methods of Enzymology**, New York, v.299, p.152-178, 1999.
- SOARES, N.B.; TEIXEIRA, J.P.F.; MORAES, R.M. Estudo de quatro novos cultivares de abacate. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, VIII, 1986, Brasília. **Anais.** Brasília: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1986, v.1, p.17-20.
- SOMOGY, M. A reagent for the cooper-iodometric determination of very small amounts of sugar. **J. Biol. Chem.** 117, p. 771-776. 1937
- SOUZA, A.V. Mercado nacional e mundial para o abacate. In: LEONEL. S. (Org.) **Abacate: Aspectos técnicos da produção.** 1ed. São Paulo: Universidade Estadual Paulista- Cultura Acadêmica Editora, 2008. p. 7- 16.
- 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.
- TRESSLER, D. J.; JOSLYN, M. A. **Fruits and vegetable juice processing.** Westport: AVI, 1961. 1028 p.
- VIEITES, R. L.; DAIUTO, E. R.; FUMES, J. G. F. Capacidade antioxidante e qualidade pós-colheita de abacate 'Fuerte'. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal- SP, v.34, n. 2, p.336-348, Junho 2012.