

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

**CONSERVAÇÃO REFRIGERADA DE ABACATE ‘HASS’ E ‘FUERTE’
SUBMETIDOS À ATMOSFERAS MODIFICADAS ATIVAS**

VIVIANE CITADINI RUSSO

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp – Câmpus
de Botucatu, para obtenção do título de
Mestre em Energia na Agricultura.

BOTUCATU – SP
Agosto de 2012

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

**CONSERVAÇÃO REFRIGERADA DE ABACATE ‘HASS’ E ‘FUERTE’
SUBMETIDOS À ATMOSFERAS MODIFICADAS ATIVAS**

VIVIANE CITADINI RUSSO

Orientador: Prof. Rogério Lopes Vieites

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp – Câmpus
de Botucatu, para obtenção do título de
Mestre em Energia na Agricultura.

**BOTUCATU – SP
Agosto de 2012**

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

R969c Russo, Viviane Citadini, 1983-
Conservação refrigerada de abacate 'Hass' e 'Fuerte'
submetidos à atmosferas modificadas ativas / Viviane
Citadini Russo. - Botucatu : [s.n.], 2012
vii, 48 f. : gráfs. color., tabs., fots. Color.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual
Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu,
2012
Orientador: Rogério Lopes Vieites
Inclui bibliografia

1. Abacate. 2. Alimentos - Conservação. 3. Enzimas.
4. Pectinase. 5. Pós-colheita. I. Vieites, Rogério Lopes.
II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita
Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências
Agronômicas. III. Título.

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

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: CONSERVAÇÃO REFRIGERADA DE ABACATE 'HASS' E 'FURTE'
SUBMETIDOS À ATMOSFERAS MODIFICADAS ATIVAS

ALUNA: VIVIANE CITADINI RUSSO

ORIENTADOR: PROF. DR. ROGÉRIO LOPES VIEITES

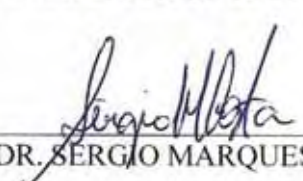
Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. ROGÉRIO LOPES VIEITES



PROFA. DRA. ERICA REGINA DAIUTO BASTOS



PROF. DR. SÉRGIO MARQUES COSTA

Data da Realização: 08 de agosto de 2012.

Aos meus pais, *HOMERO DE SOUSA RUSSO* e *SANDRA MARISA CITADINI RUSSO*, pela confiança, incentivo, dedicação e amor infinito...

*Obrigada pelo apoio incondicional
e por me ensinarem que, com amor, tudo é possível...*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela força nesta caminhada e por todas as oportunidades.

Aos meus pais Sandra e Homero, pelo amor, compreensão e por acreditarem em mim em todos os momentos da minha vida.

Aos meus irmãos, Luciano e Denise pelo carinho...

À Faculdade de Ciências Agronômicas por ter propiciado condições para a realização deste trabalho e onde fui muito bem recebida.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Rogério Lopes Vieites, pela orientação, oportunidade, conhecimento, paciência e amizade todos esses anos.

À Fundação CAPES, pela concessão de bolsa de estudo.

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

A todos os docentes do curso de Pós-graduação pelos ensinamentos transmitidos.

À Empresa Jaguacy, pelo fornecimento dos frutos.

Aos funcionários do Departamento de Horticultura e da Seção de Pós graduação da FCA/UNESP, pela atenção e ajuda.

Aos técnicos e amigos do laboratório Edson Alves Rosa, Márcia Adriana Garcia, Edivaldo e Admilson e Rose pela amizade, colaboração e convivência.

Aos amigos do laboratório de pós colheita, Maria Augusta, Maria Rosa, Márcia, Érika Fujita, André Campos, Nathalie Cábila, e Joana Fumes pela grande ajuda na execução deste trabalho, além dos momentos de amizade e descontração.

Aos amigos do Programa de Pós-graduação.

Aos meus grandes e eternos amigos de Botucatu, Maíra Uliana, Sérgio Costa e Juliana Simon por todo amor e carinho.

Sem vocês nada disso seria possível...

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	VI
LISTA DE FIGURAS.....	VII
1 RESUMO..	01
2 SUMMARY	03
3 INTRODUÇÃO	05
4 REVISÃO DE LITERATURA.....	07
4.1 Abacate..	07
4.2 Pós-colheita de abacate.....	09
4.3 Métodos de conservação pós-colheita	13
4.3.1 Armazenamento refrigerado.....	14
4.3.2 Atmosfera modificada.....	15
5 MATERIAL E MÉTODOS	17
5.1 Matéria-prima	17
5.2 Instalação do Experimento	18
5.3 Análises.....	20
5.3.1 Grupo não destrutivo	20
5.3.2 Grupo destrutivo	21
5.4 Análise estatística	23

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
6.1 Caracterização da matéria prima.....	24
6.2 Atividade respiratória dos frutos de abacate ‘Hass’.....	25
6.3 Atividade respiratória dos frutos de abacate ‘Fuerte’.....	26
6.4 Perda de massa dos frutos de abacate ‘Hass’.....	27
6.5 Perda de massa dos frutos de abacate ‘Fuerte’.....	28
6.6 Potencial hidrogeniônico.....	29
6.7 Acidez titulável.....	31
6.8 Sólidos solúveis.....	32
6.9 Firmeza.....	34
6.10 Atividade da enzima Pectinametilesterase (PME).....	35
6.11 Atividade da enzima Poligalacturonase (PG).....	37
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39
8 CONCLUSÃO.....	40
9 REFERÊNCIAS.....	41

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela 1. Descrição dos tratamentos.....	19
Tabela 2. Caracterização da polpa de abacate ‘Hass’ e ‘Fuerte’ amadurecidos.....	25
Tabela 3. Potencial hidrogeniônico (pH) obtido em abacates ‘Hass’ e ‘Fuerte’ submetidos à atmosfera modificada ativa armazenados em câmara frigorífica à 10±2°C com 90±5% de UR, por 25 dias.....	30
Tabela 4. Teor de acidez titulável (%) em abacates ‘Hass’ e ‘Fuerte’ submetidos à atmosfera modificada ativa armazenados em câmara frigorífica à 10±2°C com 90±5% de UR, por 25 dias.....	32
Tabela 5. Teor de sólidos solúveis (°Brix) obtido em abacates ‘Hass’ e ‘Fuerte’ submetidos à atmosfera modificada ativa armazenados em câmara frigorífica à 10±2°C com 90±5% de UR, por 25 dias.....	33
Tabela 6. Firmeza (gf cm ⁻²) obtida em abacates ‘Hass’ e ‘Fuerte’ submetidos à atmosfera modificada ativa armazenados em câmara frigorífica à 10±2°C com 90±5% de UR, por 25 dias.....	35
Tabela 7. Atividade da pectinametilesterase (UE min ⁻¹ g ⁻¹ de tecido fresco) obtida em abacates ‘Hass’ e ‘Fuerte’ submetidos à atmosfera modificada ativa armazenados em câmara frigorífica à 10±2°C com 90±5% de UR, por 25 dias.....	36
Tabela 8. Atividade da poligalacturonase (UE min ⁻¹ g ⁻¹ de tecido fresco) obtido em abacates ‘Hass’ e ‘Fuerte’ submetidos à atmosfera modificada ativa armazenados em câmara frigorífica à 10±2°C com 90±5% de UR, por 25 dias.....	38

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Seleção dos frutos	18
Figura 2. Acondicionamento de 3 frutos por embalagem	19
Figura 3. Variação média da perda de massa fresca obtida em abacates ‘Hass’ submetidos à atmosfera modificada ativa armazenados em câmara frigorífica à $10\pm 2^{\circ}\text{C}$ com $90\pm 5\%$ de UR, por 35 dias	26
Figura 4. Variação média da perda de massa fresca obtida em abacates ‘Fuerte’ submetidos à atmosfera modificada ativa armazenados em câmara frigorífica à $10\pm 2^{\circ}\text{C}$ com $90\pm 5\%$ de UR, por 35 dias.....	27
Figura 5. Variação média da taxa respiratória ($\text{mL de CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ hora}^{-1}$) obtida em abacates ‘Hass’ submetidos à atmosfera modificada ativa armazenados em câmara frigorífica à $10\pm 2^{\circ}\text{C}$ com $90\pm 5\%$ de UR, por 20 dias	28
Figura 6. Variação média da taxa respiratória ($\text{mL de CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ hora}^{-1}$) obtida em abacates ‘Fuerte’ submetidos à atmosfera modificada ativa armazenados em câmara frigorífica à $10\pm 2^{\circ}\text{C}$ com $90\pm 5\%$ de UR, por 25 dias	29

1 RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a conservação refrigerada de frutos de abacates ‘Hass’ e ‘Fuerte’ submetidos à aplicação de atmosfera modificada ativa. Os frutos foram selecionados visando à homogeneização do lote quanto à ausência de injúrias e lavados com água e detergente no intuito de remover resíduos da colheita e microrganismos aderidos à superfície. A higienização dos abacates foi realizada com uma solução de hipoclorito de sódio a 1%, por aproximadamente 20 minutos antes da montagem do experimento. Os frutos das duas variedades foram acondicionados em embalagem de nylon+polietileno e submetidos a injeção de mistura de gases constituindo os tratamentos: I - mistura gasosa do ambiente (0,03% de CO₂ e 21,0% de O₂); II - 5,0% de CO₂ e 4,0% de O₂; III - 6,0% de CO₂ e 4,0% de O₂; IV - 7,0% de CO₂ e 4,0% de O₂ e V - 8,0% de CO₂ e 4,0% de O₂. Os frutos foram armazenados em câmara frigorífica a uma temperatura de 10°C±1 e umidade relativa de 90±5% e avaliados durante 25 dias, sendo as análises realizadas a cada 5 dias. As análises realizadas foram perda de massa, atividade respiratória, potencial hidrogeniônico (pH), firmeza, acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS) e atividade das enzimas Pectinametilesterase (PME) e Poligalacturonase (PG). Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott ao

nível de 1 ou 5% de probabilidade, conforme a característica avaliada. Nas condições em que os experimentos foram realizados, pode-se concluir que as concentrações de 5,0% e 8,0% de CO₂ apresentaram os melhores resultados pós colheita dos abacates ‘Hass’ e ‘Fuerte’ refrigerado.

Palavras-chave: *Persea americana* Mill.; pectinametilesterase; poligalacturonase; pós-colheita.

COLD STORAGE OF AVOCADO 'HASS' AND 'FUERTE' UNDERGOING ACTIVE MODIFIED ATMOSPHERES. Botucatu, 2012. 51 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: Viviane Citadini Russo

Adviser: Prof. Dr. Rogério Lopes Vieites

2 SUMMARY

This study aimed to evaluate the cold storage of fruit avocado 'Hass' and 'Fuerte' submitted to the application of active modified atmosphere. The fruits were selected aiming at the homogenization lot about the lack of injuries and washed with water and detergent in order to remove crop residues and microorganisms adhered to the surface. The cleaning of the avocados was performed with a solution of sodium hypochlorite 1% for about 20 minutes before assembling the experiment. The two varieties of fruits were packed in polyethylene + nylon and injected with mixture of gases constituting the treatments: I - the environment gas mixture (0,03% de CO₂ e 21,0% de O₂); II - 5,0% CO₂ and 4,0% O₂; III - 6,0% CO₂ and 4,0% O₂; IV - 7,0% CO₂ and 4,0% O₂ and V - 8,0% CO₂ and 4,0% O₂. The fruits were stored in cold chamber at a temperature of 10±1°C and relative humidity of 90±5% and evaluated for 25 days, with analyses performed every 5 days. The analyses were weight loss, respiratory activity, hydrogen potential (pH), firmness, titratable acidity (TA), soluble solids (SS), and activity of Pectinmethylesterase (SMEs) and Polygalacturonase (PG). The results were subjected to analysis of variance and the means are compared by the Scott-Knott test at 1 or 5 % probability, according to the trait. Under conditions in which the experiments

were performed, one can conclude that concentrations of 5,0% and 8,0% CO₂ yielded better post-harvest avocados 'Hass' and 'Fuerte' refrigerated.

Keywords: *Persea americana* Mill.; pectinmethylesterase; polygalacturonase; post-harvest.

3 INTRODUÇÃO

O abacate (*Persea americana* Mill.) é cultivado em quase todas as regiões tropicais e subtropicais, particularmente no México, América Central, partes da América do Sul, nas Índias Ocidentais, África do Sul, Israel e no Havaí; em menor extensão, na República Malgache, Reunião, Madeira, Samoa, Taiti, Argélia, Austrália e Estados Unidos (MEDINA et al., 1978).

No mercado interno, as cultivares mais comercializadas são os Simmonds, Barbieri, Collison, Quintal, Fortuna, Breda, Reis, Solano, Imperador, Ouro Verde e Campinas. Para exportação e fins de industrialização os mais empregados são o Tatuí, Hass, Wagner e Fuerte (FRANCISCO; BAPTITELLA, 2005).

O abacate possui qualidades nutricionais sendo rico em lipídios insaturados, vitaminas e fibras. Atualmente, variedades como ‘Hass’ e ‘Fuerte’, que apresentam calibres menores, são mais valorizadas no mercado. Por ser um fruto climatérico e de alta perecibilidade, representa um entrave à comercialização (DAIUTO et al., 2010).

Os abacates ‘Hass’ e ‘Fuerte’ estão sendo comercializadas no mercado nacional sob a denominação de “Avocado” e, por serem variedades diferenciadas pelo seu

menor tamanho e alto teor de lipídeos, têm sido mais valorizadas (FRANCISCO; BAPTISTELLA, 2005).

O desenvolvimento e a adaptação de tecnologias de conservação de frutos permitem que os produtores ampliem a sua capacidade de produção, alcançando melhores condições de competitividade tanto no mercado interno, quanto no mercado externo (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O armazenamento em baixas temperaturas, logo em seguida à colheita, é a técnica mais utilizada para prolongar a conservação dos frutos. A redução da temperatura faz com que as reações enzimáticas, especialmente às associadas à respiração e senescência, ocorram mais lentamente. Essa diminuição da atividade respiratória é o principal processo fisiológico pós-colheita, e propicia na sua decorrência, menores 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).

O uso do armazenamento de frutas e hortaliças sob atmosfera modificada também vem sendo pesquisado a fim de diminuir as perdas pós-colheita destes produtos, mantendo sua qualidade por maior período de tempo. Os principais efeitos descritos na literatura sobre essa tecnologia são o da diminuição do metabolismo dos produtos, devido ao acúmulo de CO₂ e água nas embalagens, evitando consequentemente a perda de água pela transpiração (MELO NETO, 1996).

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).

Este trabalho tem por objetivo verificar o efeito da atmosfera modificada ativa na conservação refrigerada de frutos de abacate ‘Hass’ e ‘Fuerte’.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Abacate

O abacateiro, originário do México e América Central, pertence à família *Lauraceae*, gênero *Persea*. Apresenta três raças comerciais: a Mexicana (*Persea americana* var. *drymifolia*), Antilhana (*P. americana* var. *americana*) e Guatemalteca (*P. nubigena* var. *guatemalensis*). Essa classificação é atualmente bem aceita, embora todos também podem se referir ao abacateiro apenas como *P. americana* Mill. Cultivares de abacate são em geral, híbridos entre as espécies ou raças mexicana, antilhana ou guatemalteca (MARANCA, 1986).

As variedades existentes apresentam frutos com as mais variadas formas, tamanhos e pesos, assim como, diferentes proporções de casca, polpa e caroço (DONADIO, 1992). As variedades Hass e Fuerte são de calibres menores e mais valorizadas comercialmente, sendo exportadas com selo de certificação (DAIUTO et al., 2009).

O Brasil não se destaca como exportador de abacates, sua produção é voltada para o mercado interno (AGRIANUAL, 2010), embora tenha crescido a exportação de abacates ‘Hass’ e ‘Fuerte’ para a Europa.

O abacate possui várias características e propriedades que lhe conferem várias possibilidades de utilização como alimento e para os mais variados fins. Por conter uma alta concentração de óleo em sua polpa, o abacate tem sido muito utilizado na indústria farmacêutica, de cosméticos e também na obtenção de óleos comerciais substitutivos ao óleo de oliva (FRANCISCO; BAPTISTELLA, 2005).

O abacate pode ser considerado uma planta medicinal, pois suas folhas podem ser utilizadas como diuréticas quando feitas em extrato fluído ou para afecções do fígado, na forma de cápsulas. Possui ainda algumas características que o torna diferente de outras frutas, devido à grande quantidade de lipídeos (15 a 20%), sendo classificado como uma das frutas mais ricas em óleo e pouca quantidade de carboidratos (menos que 5%) (KADAN; SALUNKHE, 1995).

Quando observada a composição média da polpa de abacate constata-se a presença de um extrato seco elevado e um teor de proteínas na faixa de 1,14%. Também possui vitaminas lipossolúveis que geralmente não ocorrem em outras frutas, sendo muito ricos em vitaminas A e B, apresentando menores quantidades de vitaminas D e E, apresentando pouca vitamina C (MEDINA, 1978; OLIVEIRA, 2000; FRANCISCO; BAPTISTELLA, 2005).

Alguns estudos mostraram que o consumo de abacate em dietas ricas em gorduras monoinsaturadas, em substituição às gorduras saturadas, exerce efeitos seletivos fisiológicos sobre os humanos, reduzindo assim o nível de colesterol total, triglicerídeos e LDL, não alterando a fração HDL (REBOLLO et al., 1998; TURATTI; GOMES; ATHIÉ, I., 2002).

O óleo de abacate assemelha-se muito ao óleo de oliva, que é importado e muito consumido no país, pela similaridade de suas propriedades físico-químicas, principalmente a composição de seus ácidos graxos, predominando em ambos o ácido oleico (BLEINROTH; CASTRO, 1992).

Segundo Ahmed e Barmore (1990) esses óleos são ricos em ácidos graxos ômega 9 que apresentam efeitos benéficos a saúde do consumidor em relação a prevenção de doenças vasculares.

O fruto é apreciado de diferentes maneiras de acordo com hábitos alimentares de cada país. No Brasil, o fruto é consumido principalmente na forma de

sobremesas, batido com leite, açúcar e suco de limão, já em outros países como o México e Venezuela, por exemplo, é na forma de saladas, sopas e molhos (DAIUTO; VIEITES, 2008).

4.2 Pós-colheita de abacate

As alterações sofridas durante o amadurecimento dos frutos correspondem às mudanças sensoriais de sabor, odor, cor e firmeza, que torna o fruto aceitável para consumo (KOBLOITZ, 2008).

Peso, comprimento, diâmetro transversal, cor da casca, peso do caroço e textura são características físicas que refletem tanto a aceitação pelo consumidor como o rendimento industrial, enquanto que as físico-químicas e químicas reveladas pelos teores de sólidos solúveis, acidez titulável e açúcares, entre outras, são indicadores das características organolépticas, importantes tanto para o consumo “in natura” como para a indústria (ALVARENGA; FORTES, 1985).

A aparência é o fator de qualidade mais importante que determina o valor de comercialização do produto. A coloração é o atributo de qualidade mais atrativo para o consumidor e varia intensamente com a espécie e mesmo entre cultivares (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A maturação é o estágio do desenvolvimento dos frutos que compreende uma inter-relação de mudanças bioquímico-moleculares, resultando 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, síntese e bioconversão de ácidos orgânicos, síntese e/ou polimerização/condensação de compostos fenólicos, e da produção de substâncias voláteis (NEVES, 2009).

De acordo com Kader (1999) o amadurecimento é o conjunto de processos que ocorrem do último estágio de crescimento e desenvolvimento até o estágio inicial de senescência e que resulta em características estéticas e/ou qualidade do alimento, evidenciado por mudanças na composição, cor, firmeza ou outros atributos sensoriais.

O amadurecimento, em geral, conduz a uma maior doçura, devido ao aumento nos teores de açúcares simples, decorrentes de processos biossintéticos ou degradativos de polissacarídeos presentes nos frutos (GONÇALVES, 1998).

Durante o amadurecimento, a taxa respiratória e a produção de etileno são bastante elevadas (CHITARRA; CHITARRA, 2005) em frutos climatéricos. Esses frutos completam o amadurecimento depois de colhidos (ALVES; FILGUEIRAS; MOSCA, 1997).

A respiração destaca-se como o principal fenômeno fisiológico que influencia na conservação e na qualidade das frutas climatéricas após a colheita (ROCHA; SPAGNOL, 1983). As células do tecido vegetal ficam em contato com a atmosfera rica em O₂ e tem sua atividade respiratória aumentada, fazendo com que os frutos produzam energia na forma de calor (calor vital). Quanto mais rápido o fruto respira, maior é a quantidade de calor vital gerado e mais rápido ele chegará à sua senescência (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O aumento da respiração acelera as reações químicas e bioquímicas responsáveis pelas modificações da qualidade sensorial e nutricional, reduzindo o teor vitamínico (JACOMINO et al., 2004). O etileno acelera a deterioração e a senescência dos tecidos vegetais e promove o amadurecimento de frutas climatéricas (WATADA; ABE; YAMAUCHI, 1990).

O abacate é um fruto climatérico que apresenta alta taxa respiratória e elevada produção de etileno após a colheita, o que lhe confere alta perecibilidade sob condições ambientais (BOWER; CUTTING, 1988; KADER, 1992). Dada essa característica, o controle do amadurecimento é fundamental para o aumento da vida útil após a colheita visando ao mercado interno e à exportação de frutas (KLUGE et al., 2002).

Após a colheita dos frutos climatéricos, a respiração torna-se o seu principal processo fisiológico. Neste período os frutos passam a utilizar suas próprias reservas para continuar o seu desenvolvimento, porém a energia liberada pela respiração, pode ser utilizada, em alguns casos, para continuar a síntese de pigmentos, enzimas e outros materiais de estrutura molecular elaborada (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Todo e qualquer processo respiratório é sempre de natureza degradativa, tendo como função, produção de energia e intermediários metabólicos (GRIERSON, 1987).

De acordo com Kayes (1991), o período climatérico é o de reorganização e redesdobramento com alta demanda de energia para os diferentes processos bioquímicos, essa energia requerida é fornecida pela respiração através da degradação e oxidação do amido armazenado nos frutos.

O sabor dos frutos corresponde a um balanço entre os constituintes doces e ácidos, frequentemente com pequenas proporções de amargor ou adstringência, devido aos taninos. Os principais compostos químicos responsáveis pelo sabor dos frutos são açúcares, ácidos orgânicos e compostos fenólicos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O teor de ácidos de um fruto é dado pela acidez titulável (AT), que é medida num extrato do fruto por titulação com hidróxido de sódio (uma base forte) de todos os ácidos presentes, podendo ser útil como referência ao estágio de amadurecimento ou como uma informação objetiva do sabor do fruto (KLUGE et al., 1997).

Os frutos apresentam uma quantidade de ácidos que, em balanço com os teores de açúcares, representam importante atributo de qualidade. Além disso, muitos deles são voláteis, contribuindo para o aroma característico de muitos frutos. Os ácidos orgânicos são encontrados nos vacúolos das células na forma livre e/ou combinados com sais, ésteres e glicosídeos, sendo fonte importante de energia para o fruto, durante o processo de amadurecimento. Neste processo e no armazenamento, alguns ácidos orgânicos sofrem oxidação no ciclo de Krebs, e, conseqüentemente, ocorre diminuição nos seus teores. Essa diminuição geralmente é devida ao consumo dos ácidos ou conversão em açúcares, pois os mesmos são considerados reserva de energia e são utilizados na atividade metabólica no processo de amadurecimento (WILLS et al., 1981).

Os ácidos predominantemente encontrados nos frutos são o málico, o cítrico, o tartárico, o acético, o oxálico, dentre outros (KLUGE et al., 1997).

Segundo Kramer (1973) os dois métodos mais comumente utilizados para medir a acidez de frutos são a acidez titulável (AT) e o potencial hidrogeniônico (pH), sendo que o primeiro representa todos os grupamentos ácidos encontrados (ácidos orgânicos livres e na forma de sais e compostos fenólicos), enquanto o segundo determina a concentração hidrogeniônica da solução.

Os sólidos solúveis (SS) são compostos solúveis em água e importantes na determinação da qualidade do fruto, sendo submetidos através de refratômetro

e expressos em °Brix. Como a solubilidade dos açúcares é dependente da temperatura, é necessário proceder a correção do teor de SS para a temperatura de 20°C (KLUGE *et al.*, 1997).

O teor de SS dá um indicativo da quantidade de açúcares existentes no fruto, considerando que outros compostos, embora em reduzidas proporções, também fazem parte, como por exemplo, ácidos, vitaminas, aminoácidos e algumas pectinas. O teor de SS proporciona a doçura do fruto durante o amadurecimento e é importante atributo na determinação do seu sabor (KAWAMATA, 1977).

A perda de firmeza da polpa é uma característica comum que ocorre durante o amadurecimento dos frutos e é muito importante do ponto de vista econômico, já que afeta a qualidade e a resistência dos produtos ao ataque de microrganismos (AWAD, 1993).

Das alterações na firmeza da polpa, dois processos podem ser determinantes: a perda excessiva de água dos tecidos, que causa diminuição da pressão de turgor, comum em situação de armazenamento em baixa umidade relativa do ar e as modificações observadas na lamela média e parede celular, principalmente devido à atividade enzimática (AWAD, 1993; KLUGE *et al.*, 1997).

Estudos conduzidos na África do Sul por Brodrick e Thomas (1978), mostraram que frutos de abacate colhidos precocemente no estágio imaturo (com 11 a 15% de conteúdo de óleo), podem estar sujeitos a manchas externas e descoloração da polpa. O melhor prolongamento da vida comercial foi obtido com frutos colhidos em época de maturação correta, enquanto que nenhum efeito benéfico foi observado em frutos colhidos tardiamente (com 23 a 25% de conteúdo de óleo).

Durante o amadurecimento e amaciamento dos frutos, ocorre a liberação de vários compostos solúveis que faziam parte da estrutura molecular da parede celular e da lamela média, onde os mais frequentemente identificados são: ácidos urônicos, em vários graus de polimerização, galactose, arabinose, glucose, xilose e raminose. A presença de tais resíduos durante a perda de firmeza dos frutos é o resultado provável da atividade de várias enzimas hidrolíticas (AWAD, 1993).

O processo de amolecimento é parte integrante do amadurecimento de quase todos os frutos. Tem imensa importância comercial por causa da extensão da vida pós-

colheita do fruto ser limitada pelo aumento do amolecimento, o qual traz com ele aumento na injúria física durante o manuseio e acréscimo na suscetibilidade à doença (BRADY, 1987).

No caso do abacate os danos externos não levam a efeitos imediatos e somente quando a fruta está madura a polpa se apresentará, parcial ou totalmente, escura. A queda durante a colheita, a colocação dos frutos nas embalagens e o modo como são transportadas são algumas das operações que lhes têm causado danos mecânicos, comprometendo sua qualidade (BLEINROTH; CASTRO, 1992).

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 fatores responsáveis pelo comprometimento da qualidade (CARVALHO et al., 2001).

4.3 Métodos de conservação pós-colheita

A redução das perdas em pós-colheita na cadeia produtiva de frutas representa um constante desafio, devendo sempre ser levado em consideração as medidas de controle que visam minimizar os danos ocasionados pelas deteriorações (SILVEIRA et al., 2005).

No Brasil, muito se perde da produção agrícola durante a fase pós-colheita, em função do desconhecimento de técnicas de conservação. Visando a diminuição das perdas utilizam-se algumas técnicas pós-colheita, entre as quais o tratamento com fungicidas, controle de temperatura e umidade, aplicação de ceras e outras coberturas (OLIVEIRA, 1996) e o uso de embalagens e/ou filmes plásticos (TEIXEIRA, 1992).

O principal método para a manutenção da qualidade das frutas após a colheita é a refrigeração, sendo a eficiência de controle maior quanto mais rápido se processa o resfriamento após a colheita (SILVEIRA et al., 2005).

Estudos realizados relatam que tratamentos complementares como atmosfera modificada ou controlada e aplicações de cálcio favorecem a preservação das frutas (BOWER; CUTTING, 1988; GAYET et al., 1995; MEIR et al., 1997).

Outras técnicas têm sido estudadas para minimizar os efeitos do amadurecimento, entre elas a aplicação da radiação ionizante gama, tratamento térmico e mais recentemente radiação ultravioleta (TREMOCOLDI, 2011).

4.3.1 Armazenamento refrigerado

A conservação de alimentos, tais como os frutos, através do uso de métodos físicos é conhecida desde longa data e mesmo há tempos pré-históricos. Assim, o frio é um dos primeiros a ser utilizado para prolongar a vida de prateleira de praticamente qualquer tipo de alimento (GERMANO et al., 1996).

A baixa temperatura tem sido o método de conservação mais comumente empregado na preservação pós-colheita do abacate, cujo tempo máximo de armazenamento é dependente da variedade e da temperatura utilizada (BOWER; CUTTING, 1988). Segundo Gayet et al. (1995), abacates 'Quintal' podem ser armazenados por 14 dias a 7°C e 85%-90% de umidade relativa e após esse período, a comercialização pode ser realizada durante três a quatro dias sob temperatura ambiente.

Segundo Silva (2000), temperaturas baixas são utilizadas a fim de retardar as ações enzimáticas e químicas e também retardar ou mesmo inibir o crescimento e atividade microbiana nos alimentos. Sendo assim, a aplicação do frio deve ser feita o mais rápido possível, logo após a colheita e preparo do alimento até seu consumo. Relatou ainda que a refrigeração é empregada para a conservação e estocagem de alimentos por um curto período de tempo e, o congelamento, visa períodos maiores de estocagem, os quais são necessários quando a distribuição está distante das áreas de produção.

Segundo Neves Filho (2000), se a cadeia de frio for bem implantada, haverá o retardamento do envelhecimento do fruto, que colhido no ponto de maturidade adequado terá sua conservação garantida até o consumidor. O autor relata ainda que as frutas e hortaliças que são armazenadas em temperaturas baixas, não sofrendo injúria pelo frio, diminuem consideravelmente a taxa respiratória e a ação por microrganismos, enzimas e reações químicas, proporcionando maior tempo de conservação do alimento.

A qualidade inicial do produto, bem como manuseio e método de resfriamento utilizado influenciam na qualidade final do produto (CORTEZ, L. A. B.; HONÓRIO, S. L.; MORETTI, C. L., 2002; THOMPSON, 2002).

O armazenamento em baixas temperaturas vem sendo considerado como um dos métodos mais eficientes para se manter a qualidade de produtos hortifrutícolas, pois reduz a respiração, transpiração, produção de etileno responsável pelo amadurecimento, senescência e podridões (KLUGE et al., 1999).

4.3.2 Atmosfera modificada

A conservação de produtos hortícolas em condições de atmosfera modificada (AM) pode ser definida como o armazenamento realizado sob condições de composição da atmosfera diferente daquela presente na atmosfera normal. Na atmosfera normal o O_2 está presente na concentração de 21%, enquanto que o CO_2 apresenta-se com concentração de cerca de 0,03% (LANA; FINGER, 2000).

De acordo com os mesmos autores, em condições de atmosfera modificada, os níveis dos gases presentes no ar, não sofrem controle completo. A presença de uma barreira artificial à difusão de gases em torno do fruto ou hortaliça resulta em redução do nível de O_2 , aumento do nível de CO_2 , alteração das concentrações de etileno e vapor de água, e alterações de outros compostos voláteis. A magnitude dessas alterações é dependente da natureza e espessura da barreira, taxa respiratória do produto, relação entre massa do produto e área superficial da barreira, temperatura e umidade.

Dependendo do mecanismo pelo qual se estabelece a atmosfera no interior da embalagem pode-se ter armazenamento em atmosfera passiva ou ativa. A atmosfera modificada passiva se estabelece quando o produto é colocado dentro de uma embalagem selada, permeável a gases, como resultado do consumo de O_2 e produção de CO_2 pela respiração, sem controle estrito sobre a atmosfera interna obtida. Para se atingir e manter a composição da atmosfera dentro dos limites desejados, a permeabilidade do filme deve permitir a entrada de O_2 a uma taxa compensada pela respiração do produto. Do mesmo modo, a saída de CO_2 deve permitir um equilíbrio com a quantidade de CO_2 produzida pela

respiração, havendo elevação inicial seguida por manutenção dos níveis de CO_2 (ZAGORY; KADER, 1988).

Para os mesmos autores, na atmosfera modificada ativa, após colocar o produto na embalagem, é criado vácuo parcial seguido pela injeção da mistura gasosa desejada dentro da embalagem. A mistura de gases pode conter níveis adequados de CO_2 , O_2 ou nitrogênio para se produzir o efeito desejável dentro da embalagem. A atmosfera modificada ativa também inclui a utilização de adsorvedores ou absorvedores de CO_2 , O_2 , etileno e vapor d'água dentro da embalagem.

Níveis reduzidos de O_2 (abaixo de 8%), diminuem a produção de etileno em frutas e hortaliças frescas e reduzem a sua sensibilidade a ele, uma vez que a produção e ação desse gás é dependente de O_2 . O etileno regula muitos aspectos fisiológicos do crescimento e do desenvolvimento, além da maturação e senescência de plantas e/ou de seus órgãos. Tem a habilidade de elicitar respostas fisiológicas, tais como abscisão, amadurecimento, senescência, dormência, florescimento, entre outras (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Segundo Coelho (1994) citado por Melo Neto (1996), a atmosfera modificada, juntamente com o uso de refrigeração, pode atrasar o amadurecimento dos frutos, estendendo, assim, sua vida pós-colheita.

A atmosfera modificada é uma alternativa que visa incrementar o efeito do frio no armazenamento de frutos, sendo uma técnica bastante prática e menos onerosa que a atmosfera controlada onde há controle dos gases durante todo o armazenamento. A redução da temperatura, a diminuição da pressão parcial de O_2 , e o aumento da pressão parcial de CO_2 , por meio da AM, são os principais fatores que contribuem para a manutenção da qualidade do produto e, conseqüentemente, para a redução de perdas pós colheita (STEFFENS et al., 2009). Sendo assim, a AM poderia aumentar o período de oferta do abacate bem como possibilitar a comercialização de frutos com melhor qualidade e preço durante a entressafra.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Matéria prima

Foram utilizados frutos de abacate ‘Hass’ e ‘Fuerte’, da safra de 2010, 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: latitude de 22°52'20" S, longitude 48°26'37" W e 815m de altitude. Os frutos depois de cuidadosamente colhidos no ponto de maturação fisiológica (de acordo com o teor de óleo, 21,6%) foram imediatamente transportados para o Laboratório de Frutas e Hortaliças do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrônômicas, Campus de Botucatu, SP.

Os frutos foram inicialmente armazenados sob temperatura de 10°C±1, por 12 horas, para que ocorresse a diminuição do metabolismo dos frutos.

Antes da instalação do experimento, os frutos foram selecionados visando à homogeneização do lote quanto à ausência de injúrias (Figura 1). Os frutos foram lavados com água e detergente no intuito de remover resíduos da colheita e microrganismos aderidos à superfície. A higienização dos abacates foi realizada com uma solução de hipoclorito de sódio a 1%, por aproximadamente 20 minutos. Ainda antes da instalação, foram

feitas análises para a caracterização dos frutos de abacate ‘Hass’ e ‘Fuerte’ quanto às determinações firmeza, pH, sólidos solúveis, acidez titulável, umidade, cinzas, gordura, fibras e proteínas.



Figura 1: Seleção dos frutos

5.2 Instalação do experimento

Os tratamentos foram constituídos, para ambas as variedades, utilizando-se a atmosfera modificada ativa nos frutos inteiros acondicionados em embalagem de nylon + polietileno com tamanho de 30x25cm e permeabilidade parcial à entrada e saída de CO_2 e O_2 nos tratamentos de II a V, sendo designado o tratamento I como tratamento controle, ou seja, sem modificação da atmosfera interna da embalagem, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos.

Tratamentos	% CO ₂	% O ₂
I	0,03	21
II	5	4
III	6	4
IV	7	4
V	8	4

A instalação do experimento consistiu no acondicionamento de 3 frutos de abacate por embalagem (Figura 2), sendo cada embalagem uma repetição, totalizando 3 embalagens por tratamento em cada dia de análise para cada variedade. As embalagens passaram pela injeção da mistura de gases de acordo com os tratamentos descritos na Tabela 1. O tratamento I (tratamento-controle, sem aplicação dos gases), foi apenas selado, constituindo-se da mistura de gases do próprio ambiente.



Figura 2: Acondicionamento de 3 frutos por embalagem

Após a injeção de gases e selamento das embalagens, estas foram acondicionadas em câmara frigorífica a uma temperatura de $10^{\circ}\text{C}\pm 1$ e umidade relativa de $90\pm 5\%$.

Foram realizadas análises a cada 5 dias nos frutos do grupo destrutivo, sendo o total de 25 dias de análises para cada variedade, foram analisados: pH (potencial hidrogeniônico), firmeza, acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS) e concentração das enzimas Pectinametilesterase (PME) e Poligalacturonase (PG). As análises no grupo não destrutivo foram igualmente realizadas a cada 5 dias medindo-se a perda de massa e a respiração dos frutos armazenados.

5.3 Análises

5.3.1 Grupo não destrutivo

Perda de massa fresca (%)

O grupo controle foi analisado sem que o material fosse destruído, conforme o proposto por Ochse (1974), citado por Mugnol (1994).

Para a perda de massa as pesagens foram realizadas utilizando-se balança semianalítica da marca OWLABOR – carga máxima de 2000g e precisão de 0,01g. As repetições foram pesadas no início do experimento e a cada 5 dias, permitindo o cálculo da perda de massa.

Respiração

Foi determinada pela liberação de CO_2 , feita de forma indireta, efetuada em respirômetro, pela medida de CO_2 liberado utilizando-se para isso solução de ácido clorídrico e solução de hidróxido de potássio 0,1N, de acordo com a metodologia adaptada de Bleinroth, E. W.; Zuchini, A. G.; Pompeo, R. M. (1976), para tanto, foi utilizada a seguinte equação:

$$TCO_2 = 2,2(V0 - V1).10/P.T \quad \text{Equação (1)}$$

Onde:

TCO_2 = Taxa de respiração ($\text{ml CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$);

$V0$ = Volume gasto de HCl para titulação de hidróxido de potássio – padrão antes da absorção de CO_2 (ml);

$V1$ = Volume gasto de HCl para titulação de hidróxido de potássio após a absorção do CO_2 da respiração (ml);

P = peso dos frutos;

T = tempo da respiração;

2,2 = Inerente ao equivalente de CO_2 (44/2), multiplicado pela concentração do ácido clorídrico;

10 = Ajuste para o total e hidróxido de potássio usado no experimento.

5.3.2 Grupo destrutivo

Firmeza

Foi obtida pelo texturômetro STEVENS – LFRA Texture Analyser com uma distância de 20 mm e velocidade de $2,0 \text{ mm s}^{-1}$, utilizando-se o ponteiro TA 9/1000. A textura foi medida em dois pontos do mesmo fruto, e os resultados expressos em Kgf cm^{-2} que é definido como a força máxima requerida para que uma parte do ponteiro penetre na polpa do produto.

Potencial hidrogeniônico (pH)

Realizado por potenciometria utilizando-se o potenciômetro ANALYSER – modelo pH300, conforme técnica descrita por Brasil (2005).

Acidez titulável (AT)

Expressa em gramas de ácido cítrico $100 \text{ gramas de polpa}^{-1}$, foi determinada através da titulação de 5 gramas de polpa homogeneizada e diluída em 100 ml de água destilada, com solução padronizada de hidróxido de sódio a 0,1 N, tendo como indicador

o ponto de viragem da fenolftaleína que se dá quando o potenciômetro atinge 8,1, conforme recomendação de Brasil (2005).

Sólidos solúveis (SS)

Foi determinado por refratometria, em refratômetro digital tipo Palette PR – 32, marca ATAGO, com compensação de temperatura automática, segundo a AOAC (1992). Os resultados foram expressos em °Brix.

Atividade enzimática

Extração e determinação da atividade da Pectinametilesterase

(PME): A atividade da PME foi determinada segundo Hultin; Sun; Bulger. (1966). Um mililitro do extrato enzimático foi adicionado sobre 30 ml de pectina cítrica 1% em NaCl 0,2N. O pH da solução foi mantido em torno de 7,0, por dez minutos. 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 nmol de NaOH $\text{min}^{-1} \text{g}^{-1}$ de massa fresca, nas condições do ensaio. O resultado foi expresso em U.E. min^{-1} grama de tecido⁻¹.

Extração e determinação da atividade da Poligalacturonase (PG):

A determinação da atividade da PG seguiu a metodologia descrita por Pressey e Avants (1982) homogeneizando-se (aparelho Polytron) 5g de amostra em água destilada resfriada. O homogenato foi filtrado em tecido fino (organza) e o resíduo, ressuspensionado em NaCl 1M resfriado. O pH foi ajustado para 6,0 com NaOH e o novo homogenato foi incubado a 4°C por uma hora. Nova filtragem em gaze foi realizada, sendo o filtrado centrifugado a 5000 rpm por 30 minutos, a 4°C. O sobrenadante resultante foi filtrado em papel-de-filtro e o novo filtrado, utilizado para a determinação da atividade enzimática. O extrato foi incubado em solução a 0,25% de ácido galacturônico (lavado com etanol 80% antes do uso) em tampão acetato de sódio 37,5 mM, pH 5, por três horas. A reação foi interrompida em banho-maria fervente e os grupos redutores liberados, determinados pela técnica de Somogy, modificada por Nelson (1944), usando glicose como padrão. Como branco foi usado extrato inativado termicamente e

incubado nas mesmas condições. Uma unidade de atividade da PG foi considerada como a quantidade de enzima capaz de catalisar a formação de 1 nmol de grupos redutores por minuto nas condições do ensaio. Os resultados foram expressos em U.E. min⁻¹ grama de tecido⁻¹.

5.4 Análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), compostos por cinco tratamentos e seis tempos de armazenamento, compondo um fatorial 5x6.

Para as avaliações destrutivas, cada tratamento foi composto de três repetições, estas formadas por três sacos de nylon+polietileno para cada dia de análise. Para as avaliações não-destrutivas, perda de massa fresca e taxa de respiração, foram utilizadas cinco repetições por tratamento ao longo do armazenamento.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott ao nível de 1 ou 5% de probabilidade, conforme a característica avaliada.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Caracterização da matéria prima

Na determinação da composição da polpa dos frutos ‘Hass’ e ‘Fuerte’ amadurecidos, destacam-se o teor elevado de lipídeos 17,8% e 13,6%, respectivamente, e bom teor de fibra 1,7% e 1,6%, respectivamente. O baixo teor de proteína mostrou-se de mesmo valor para as duas variedades (1,1%) e o percentual de umidade, que está dentro da faixa apresentada por outras variedades ($75,5 \pm 10,6\%$) (TANGO; CARVALHO; SOARES, 2004) é ligeiramente superior nos abacates ‘Hass’ comparativamente aos abacates ‘Fuerte’. O valor de pH encontrado para polpa de ambas as variedades foi de 6,6 e a acidez de 0,98% para frutos ‘Hass’ e de 0,94% para frutos ‘Fuerte’ (Tabela 2).

A acidez total e o potencial hidrogeniônico são os principais métodos usados para medir a acidez de frutos e hortaliças. Enquanto a acidez determina o percentual de ácidos orgânicos, o pH mede a concentração hidrogeniônica da solução. Na maioria dos frutos, o teor de ácidos orgânicos diminui com o amadurecimento e o pH é concomitantemente modificado (LIMA, MÉLO, LIMA, 2002).

Tabela 2. Caracterização da polpa de abacate ‘Hass’ e ‘Fuerte’ amadurecidos.

Determinações	Hass	Fuerte
Textura (gf cm⁻²)	264,8±9,1	274,1±15,7
pH	6,6±0,1	6,6±0,1
SS (°Brix)	10,4±1,8	11,1±0,7
Acidez (%)	0,98±0,18	0,94±0,10
Umidade (%)	68,2±0,8	62,0±12,3
Cinzas (%)	2,4±0,1	2,4±0,2
Gordura (%)	17,8±1,9	13,6±0,7
Fibra (%)	1,7±0,2	1,6±0,2
Proteína (%)	1,1±0,1	1,1±0,09

A composição química dos frutos pode variar devido a diversos fatores, dentre eles pode-se destacar a variedade, fertilidade do solo, época do ano, grau de amadurecimento, porção do fruto, condições climáticas e nutrição da planta (BRASIL, 1993; OLIVEIRA, 1996).

6.2 Perda de massa dos frutos de abacate ‘Hass’

Notou-se perda de massa fresca para todos os tratamentos ao longo dos 35 dias de armazenamento, o tratamento controle (T1) apresentou a maior perda de massa (Figura 3).

Observou-se oscilações das porcentagens de perda de massa fresca ao longo do período de armazenamento em todos os tratamentos por ocorrer acúmulo de água no interior de algumas embalagens, o que pode ser explicado pela transpiração dos frutos. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), a perda de massa dos frutos ao longo do armazenamento é devida principalmente ao processo de transpiração. Este fato pode explicar o acúmulo de água observado no interior das embalagens.

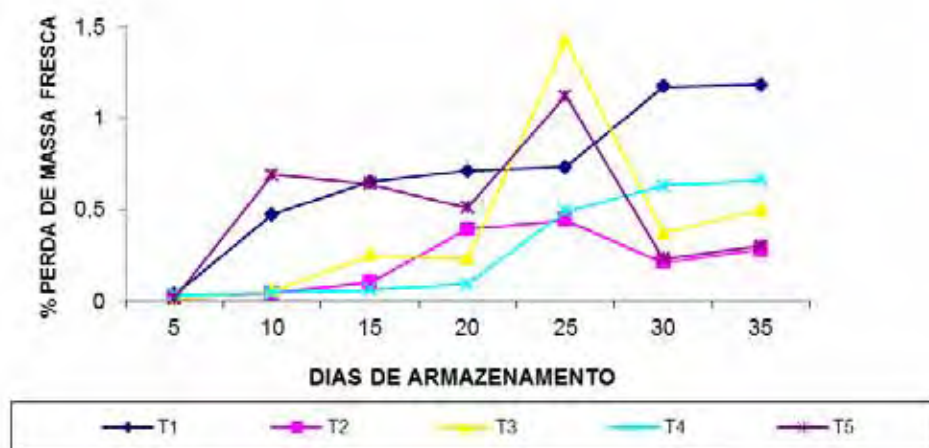


Figura 3. Variação média da perda de massa fresca obtida em abacates 'Hass' submetidos à atmosfera modificada ativa armazenados em câmara frigorífica à $10\pm1^{\circ}\text{C}$ com $90\pm5\%$ de UR, por 35 dias. Legenda: T1- $0,03\%$ CO_2 e 21% de O_2 ; T2- $5,0\%$ CO_2 e $4,0\%$ O_2 ; T3- $6,0\%$ CO_2 e $4,0\%$ O_2 ; T4- $7,0\%$ CO_2 e $4,0\%$ O_2 ; T5- $8,0\%$ CO_2 e $4,0\%$ O_2 .

Os frutos dos tratamentos T2 e T5 apresentaram as menores perdas de massa, indicando melhor resposta ao armazenamento sob atmosfera modificada quando comparadas ao tratamento T1 (Figura 3). Daiuto et al. (2010) também avaliaram a perda de massa em abacates 'Hass' tratados com diferentes doses de irradiação e armazenados sob temperatura ambiente e refrigeração e notaram que a perda de massa não diferiu quanto às doses, porém apresentou diferenças quanto ao tipo de armazenamento, sendo que o refrigerado propiciou menor perda de massa durante os dias de análises. Segundo Spoto e Miguel (2006) a manutenção da integridade das frutas depende da turgescência das células que formam os tecidos. Desta forma, a perda de água antecipa o amadurecimento e senescência dos frutos causando comprometimento na qualidade do produto vegetal.

6.3 Perda de massa dos frutos de abacate 'Fuerte'

Observou-se perda de massa para todos os tratamentos ao longo do período de armazenamento sendo que os frutos do tratamento T3 apresentaram as maiores

perdas de massa (superiores a 1,5%). O tratamento T2 teve a menor perda de massa quando comparada ao tratamento T1. As menores perdas de massa foram encontradas nos frutos dos tratamentos T2 e T4 que, ao final do armazenamento, apresentaram perdas inferiores a 1,0% (Figura 4). Vale ressaltar que, para a maioria dos produtos hortícolas frescos, a máxima perda de massa fresca tolerada para o não aparecimento de murcha e/ou enrugamento da superfície oscila entre 5 e 10% (FINGER e VIEIRA, 2002) e produtos perecíveis como o abacate mesmo quando colocados em condições ideais, sofrem alguma perda de peso durante o armazenamento devido ao efeito combinado da respiração e da transpiração (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Observou-se perda de massa fresca durante os 35 dias de armazenamento para os frutos de abacate ‘Fuerte’ submetidos à atmosfera modificada ativa armazenados em câmara frigorífica à $10\pm 1^{\circ}\text{C}$ com $90\pm 5\%$ de UR.



Figura 4. Variação média da perda de massa fresca obtida em abacates ‘Fuerte’ submetidos à atmosfera modificada ativa armazenados em câmara frigorífica à $10\pm 1^{\circ}\text{C}$ com $90\pm 5\%$ de UR, por 35 dias.

Legenda: T1- 0,03% CO₂ e 21% de O₂; T2- 5,0% CO₂ e 4,0% O₂; T3- 6,0% CO₂ e 4,0% O₂; T4- 7,0% CO₂ e 4,0% O₂; T5- 8,0% CO₂ e 4,0% O₂.

6.4 Atividade respiratória dos frutos de abacate ‘Hass’

Observou-se que os frutos apresentaram padrão respiratório climatérico, o tratamento controle (T1) obteve pico respiratório após 10 dias de

armazenamento, bem como os tratamentos T2 e T4. No gráfico observa-se que os frutos do T1 já apresentaram elevada taxa respiratória no 5º dia, junto com os frutos do T3, que apresentaram pico também no 5º dia de armazenamento. Os frutos do T2 apresentaram pico no 10º dia. Não foi observado pico respiratório nos frutos dos tratamentos T4 e T5, que apresentaram baixas taxas respiratórias até o 15º dia de armazenamento, provavelmente devido às maiores concentrações de CO₂. Estes dados assemelham-se aos encontrados por Daiuto et al. (2010a), que avaliaram a perda de massa e a taxa respiratória de abacate ‘Hass’ com frutos submetidos a diferentes tratamentos físicos (térmico, UV e radiação gama), e constataram que o tratamento térmico também diminui a intensidade do pico respiratório dos frutos (Figura 5).

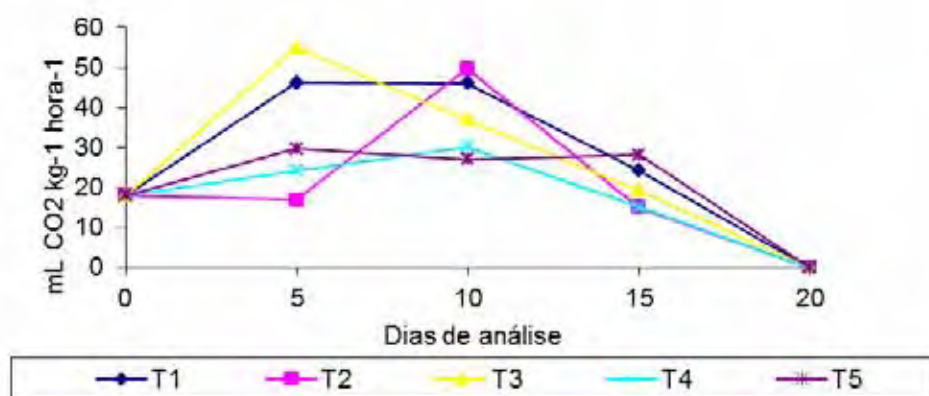


Figura 5. Variação média da taxa respiratória (mL de CO₂ kg⁻¹ hora⁻¹) obtida em abacates ‘Hass’ submetidos à atmosfera modificada ativa armazenados em câmara frigorífica à 10±1°C com 90±5% de UR, por 20 dias.

Legenda: T1- 0,03% CO₂ e 21% de O₂; T2- 5,0%CO₂ e 4,0%O₂; T3- 6,0%CO₂ e 4,0%O₂; T4-7,0%CO₂ e 4,0%O₂; T5-8,0%CO₂ e 4,0%O₂.

6.5 Atividade respiratória dos frutos de abacate ‘Fuerte’

Observou-se que os frutos apresentaram padrão respiratório climatérico semelhante ao observado nos frutos de abacate ‘Hass’. Os frutos dos tratamentos T1 e T3 já apresentaram seus picos respiratórios no 5º dia de armazenamento. Os frutos do tratamento T2, embora tenham apresentado elevada taxa respiratória no 5º dia, aparentemente

apresentaram outro pico no 15º dia de armazenamento podendo este ser atribuído à atividade microbiana. De forma semelhante aos frutos do abacate ‘Hass’, os frutos do abacate ‘Fuerte’, quando submetidos às concentrações mais elevadas de CO₂ (T4 e T5), apresentaram baixas taxas respiratórias (Figura 6).

A inibição da respiração pode ser resultante de alterações na rota glicolítica, no metabolismo fermentativo, no ciclo de Krebs ou no sistema de transporte de elétrons, via efeito do CO₂ sobre a síntese, degradação, inativação ou inibição de algumas enzimas que compõem essas rotas metabólicas.

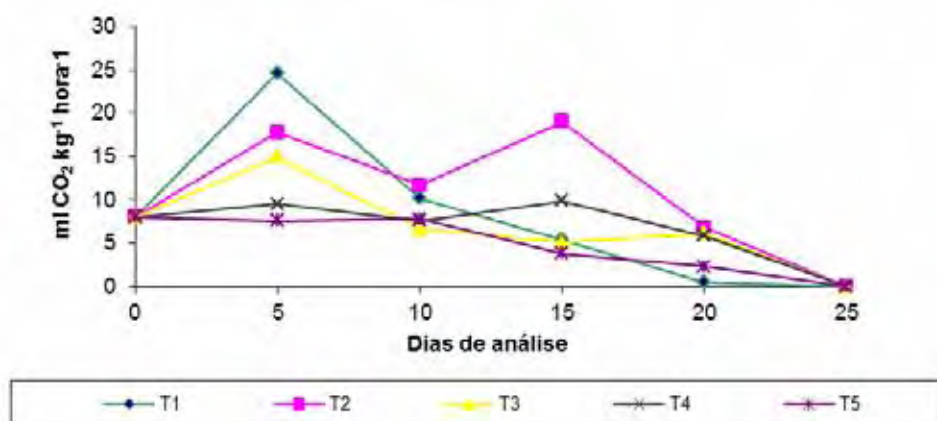


Figura 6. Variação média da taxa respiratória (mL de CO₂ kg⁻¹ hora⁻¹) obtida em abacates ‘Fuerte’ submetidos à atmosfera modificada ativa armazenados em câmara frigorífica à 10±1°C com 90±5% de UR, por 25 dias.

Legenda: T1- 0,03% CO₂ e 21% de O₂; T2- 5,0%CO₂ e 4,0%O₂; T3- 6,0%CO₂ e 4,0%O₂; T4-7,0%CO₂ e 4,0%O₂; T5-8,0%CO₂ e 4,0%O₂.

6.6 Potencial hidrogeniônico

Observou-se efeito significativo nos valores de pH no decorrer dos dias de armazenamento. Notou-se aumento dos valores de 6,6 no 5º dia de armazenamento para 7,0 no 20º dia de armazenamento quando observadas a média geral de dias para o abacate ‘Hass’ e de 6,5 no 5º dia de armazenamento para 6,8 no 25º dia de armazenamento para o abacate ‘Fuerte’ (Tabela 3). O mesmo foi observado por Chitarra e Chitarra (2005) que

verificaram aumento nos valores de pH de acordo com o amadurecimento dos frutos e por Perkins-Veazie e Collins (2004), onde observaram para duas variedades de melancia sob atmosfera modificada ativa que o pH aumentou lentamente após 2 dias de armazenamento para ‘Sugar Shack’ e após 7 dias de armazenamento para ‘Summer Flavor 800’.

Tabela 3. Potencial hidrogeniônico (pH) obtido em abacates ‘Hass’ e ‘Fuerte’ submetidos à atmosfera modificada ativa armazenados em câmara frigorífica à $10\pm1^{\circ}\text{C}$ com $90\pm5\%$ de UR, por 25 dias.

‘Hass’							
Concentrações	Dias de armazenamento						Média geral de concentrações
	0	5	10	15	20	25	
0,03% CO₂/21% O₂	7,0	6,5	7,0	6,3	7,3	6,7	6,8±0,37
5% CO₂/4% O₂	7,0	6,6	6,8	7,0	6,9	6,6	6,8±0,18
6% CO₂/4% O₂	7,0	6,6	6,9	6,8	6,9	6,6	6,8±0,17
7% CO₂/4% O₂	7,0	6,6	6,7	6,9	7,0	6,6	6,8±0,19
8% CO₂/4% O₂	7,0	6,7	6,7	6,8	7,0	6,6	6,8±0,17
Média geral de dias	7,0 a	6,6 c ±0,07	6,8 b ±0,13	6,8 b ±0,27	7,0 a ±0,16	6,6 c ±0,04	
‘Fuerte’							
Concentrações	Dias de armazenamento						Média geral de concentrações
	0	5	10	15	20	25	
0,03% CO₂/21% O₂	6,6	6,4	6,7	6,7	6,7	6,9	6,7±0,16
5% CO₂/4% O₂	6,6	6,5	6,9	6,9	6,8	6,9	6,8±0,17
6% CO₂/4% O₂	6,6	6,5	7,1	6,8	6,8	6,9	6,8±0,21
7% CO₂/4% O₂	6,6	6,5	6,9	6,6	6,7	6,7	6,7±0,14
8% CO₂/4% O₂	6,6	6,4	6,9	6,7	6,7	6,8	6,7±0,17
Média geral de dias	6,6 c	6,5 d ±0,05	6,9 a ±0,14	6,7 b ±0,11	6,7 b ±0,05	6,8 a ±0,09	

Médias gerais seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo Teste Scott-Knott à 1% de probabilidade.

Estes resultados discordam do observado por Cia (2002), onde trabalhando com caqui armazenados sob atmosfera modificada ativa, verificou que os níveis de pH mantiveram-se praticamente constantes durante o período de avaliação. Não houve efeito estatístico quando observado as diferentes concentrações de gases bem como para a interação concentrações x dias.

6.7 Acidez titulável

A acidez titulável dos abacates ‘Hass’ foi influenciada significativamente pelos tratamentos, exceto no 5º dia de armazenamento, onde os frutos do tratamento T1 apresentaram os mais altos teores de acidez. Com o decorrer do armazenamento, em sinal natural de amadurecimento, observou-se redução significativa dos teores de acidez titulável em todos os tratamentos. Chitarra e Chitarra (2005) relataram que com o amadurecimento, a maioria dos frutos perde rapidamente a acidez, geralmente devido ao consumo dos ácidos ou da conversão em açúcares, pois os mesmos são considerados reserva de energia e são utilizados na atividade metabólica no processo de amadurecimento. Por outro lado, nos frutos de abacate ‘Fuerte’, os teores de acidez titulável foram maiores ao final do armazenamento em todos os tratamentos. Apenas aos 15º e 20º dias de armazenamento foi possível observar diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 4).

Os dados concordam com os encontrados por Souza et al. (2009) que relataram uma diminuição nos valores de acidez durante o armazenamento dos frutos.

A redução da acidez é decorrência natural da evolução da maturação dos frutos, na qual os ácidos orgânicos são metabolizados na via respiratória e convertidos em moléculas não-ácidas (PECH, 2002).

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), o pH dos frutos aumenta com a redução da acidez titulável, o que pode ser observado nesse trabalho.

Tabela 4. Teor de acidez titulável (%) em abacates ‘Hass’ e ‘Fuerte’ submetidos à atmosfera modificada ativa armazenados em câmara frigorífica à 10±1°C com 90±5% de UR, por 25 dias.

‘Hass’							
Concentrações	Dias de armazenamento						Média geral de concentrações
	0	5	10	15	20	25	
0,03%CO₂/21%O₂	0,8 aB	2,1 aA	0,7 aB	0,5 aB	0,5 aB	0,4 aB	0,8±0,67 a
5%CO₂/4%O₂	0,8 aB	1,3 bA	0,7 aB	0,5 aC	0,3 aC	0,4 aC	0,7±0,36 b
6%CO₂/4%O₂	0,8 aB	1,2 bA	0,6 aC	0,5 aC	0,3 aC	0,5 aC	0,7±0,31 b
7%CO₂/4%O₂	0,8 aA	1,2 bA	0,6 aB	0,4 aB	0,4 aB	0,5 aB	0,6±0,31 b
8%CO₂/4%O₂	0,8 aA	1,0 bA	0,8 aA	0,5 aB	0,4 aB	0,5 aB	0,7±0,23 b
Média geral de dias	0,8 a	1,4a ±0,43	0,7b ±0,08	0,5c ±0,04	0,4c ±0,08	0,5c ±0,05	
‘Fuerte’							
Concentrações	Dias de armazenamento						Média geral de concentrações
	0	5	10	15	20	25	
0,03%CO₂/21%O₂	0,6 aC	0,7 aC	1,2 aB	0,7 bC	1,9 aA	1,0 aB	1,0±0,49 a
5%CO₂/4%O₂	0,6 aC	0,5 aC	0,9 aC	0,5 bC	1,5 bA	1,1 aB	0,9±0,40 b
6%CO₂/4%O₂	0,6 aD	0,7 aD	1,0 aC	0,6 bD	1,5 bA	1,2 aB	0,9±0,37 b
7%CO₂/4%O₂	0,6 aC	0,6 aC	0,9 aB	1,5 aA	1,3 bA	1,2 aA	1,0±0,38 a
8%CO₂/4%O₂	0,6 aC	0,6 aC	0,9 aB	1,6 aA	1,4 bA	1,0 aB	1,0±0,41 a
Média geral de dias	0,6 c	0,6 c ±0,08	1,0 b ±0,13	1,0 b ±0,53	1,5 a ±0,23	1,1 b ±0,10	

Médias seguidas de mesma letra para os dias e para as concentrações não diferem entre si pelo Teste Skott-Knott à 1 e 5% de probabilidade, respectivamente. Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna para a interação concentrações X dias não diferem entre si pelo Teste Scott-Knott à 5% de probabilidade.

6.8 Sólidos solúveis

Nos teores de sólidos solúveis dos frutos de abacate ‘Hass’ observou-se efeito significativo ao longo do armazenamento, para as diferentes concentrações e para a

interação concentrações x dias. Observou-se diminuição dos valores de sólidos solúveis ao longo dos dias de armazenamento quando observada a média geral de dias (Tabela 5).

Tabela 5. Teor de sólidos solúveis (°Brix) obtido em abacates ‘Hass’ e ‘Fuerte’ submetidos à atmosfera modificada ativa armazenados em câmara frigorífica à $10\pm1^{\circ}\text{C}$ com $90\pm5\%$ de UR, por 25 dias.

‘Hass’							
Concentrações	Dias de armazenamento						Média geral de concentrações
	0	5	10	15	20	25	
0,03%CO₂/21%O₂	9,4 aA	9,4 aA	10,0 aA	9,2 bA	8,9 aA	8,0 aA	9,0±0,67 b
5%CO₂/4%O₂	9,4 aA	9,0 aA	9,0 aA	7,3 cB	9,0 aA	8,4 aA	8,7±0,75 b
6%CO₂/4%O₂	9,4 aA	9,1 aA	9,8 aA	9,1 bA	7,3 bB	9,8 aA	9,0±0,92 b
7%CO₂/4%O₂	9,4 aA	8,8 aA	9,7 aA	8,7 bA	9,1 aA	8,7 aA	9,0±0,41 b
8%CO₂/4%O₂	9,4 aB	9,2 aB	10,1 aB	12,0 aA	8,6 aB	9,2 aB	9,7±1,20 a
Média geral de dias	9,4 ^a	9,0a ±0,22	9,7a ±0,43	9,3a ±1,71	8,6 b ±0,74	8,8 b ±0,70	

‘Fuerte’							
Concentrações	Dias de armazenamento						Média geral de concentrações
	0	5	10	15	20	25	
0,03%CO₂/21%O₂	7,2	7,6	6,1	6,1	7,0	7,0	6,8±0,61
5%CO₂/4%O₂	7,2	7,6	6,4	7,1	6,4	7,2	7,0±0,48
6%CO₂/4%O₂	7,2	7,4	5,9	7,6	6,1	7,2	6,9±0,71
7%CO₂/4%O₂	7,2	7,2	7,1	7,0	7,1	7,3	7,1±0,10
8%CO₂/4%O₂	7,2	7,9	7,7	7,1	7,5	7,1	7,4±0,34
Média geral de dias	7,2	7,5 ±0,26	6,6 ±0,75	7,0 ±0,54	6,8 ±0,56	7,1 ±0,11	

Médias seguidas de mesma letra para os dias e para as concentrações não diferem entre si pelo Teste Skott-Knott à 1% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna para a interação concentrações X dias não diferem entre si pelo Teste Scott-Knott à 1% de probabilidade.

Para os frutos de abacate ‘Hass’ observou-se maior teor de SS para o tratamento T5 (9,7 °Brix).

Os dados encontrados discordam dos reportados por Daiuto et al. (2010) quando avaliaram polpas de abacates ‘Hass’ mantidos sob refrigeração e tratados com diferentes doses de irradiação, os quais não proporcionaram diferenças estatísticas.

Para os teores de sólidos solúveis nos frutos de abacate ‘Fuerte’ verificou-se que os valores não apresentaram diferença significativa durante o decorrer do amadurecimento, possivelmente, a utilização de açúcares pelo processo respiratório tenha sido contrabalanceada pela concentração no teor de açúcares em decorrência da perda de massa.

6.9 Firmeza

Não houve diferença significativa nos valores da firmeza para os frutos de abacate ‘Hass’, havendo interação entre os dias para os frutos de abacate ‘Fuerte’ que mostraram decréscimo significativos nos valores da firmeza já no 5º dia de armazenamento mantendo-se constante até o final do período quando analisada a média geral de dias (Tabela 6).

O abacate é classificado como um fruto climatérico, e a textura está estreitamente relacionada com a solubilização de substâncias pécticas. Durante a maturação há a conversão da pectina insolúvel em pectina solúvel, amolecendo e diminuindo a resistência dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Ben-Arie e Zutkhi (1992) verificaram que o uso da atmosfera modificada ativa em caqui também retarda a perda de firmeza e inibe o desenvolvimento de desordens na polpa e epiderme dos frutos. Neste experimento, o uso da atmosfera modificada juntamente com o armazenamento refrigerado nos frutos de abacate ‘Hass’ e ‘Fuerte’ apresentou o mesmo efeito.

Na avaliação da firmeza dos frutos após a aplicação dos tratamentos, verificou-se que não houve interação significativa entre os fatores, evidenciando somente, que em média, ao longo do armazenamento refrigerado dos frutos de abacate ‘Fuerte’ houve decréscimo nos valores de firmeza (Tabela 6).

Tabela 6. Firmeza (gf cm^{-2}) obtida em abacates ‘Hass’ e ‘Fuerte’ submetidos à atmosfera modificada ativa armazenados em câmara frigorífica à $10\pm1^\circ\text{C}$ com $90\pm5\%$ de UR, por 25 dias.

‘Hass’							
Concentrações	Dias de armazenamento						Média geral de concentrações
	0	5	10	15	20	25	
0,03%CO₂/21%O₂	1018,5	1000,5	956,3	1018,9	1015,1	1017,7	1004,5 \pm 24,61
5%CO₂/4%O₂	1018,5	1004,8	1021,2	987,0	1019,1	993,8	1007,4 \pm 14,55
6%CO₂/4%O₂	1018,5	1013,9	1022,4	1019,5	1017,2	1022,5	1019,0 \pm 3,27
7%CO₂/4%O₂	1018,5	1015,7	1021,1	1028,8	1015,0	965,0	1010,7 \pm 22,93
8%CO₂/4%O₂	1018,5	1009,4	1014,3	879,3	1018,3	1014,4	992,4 \pm 55,50
Média geral de dias	1018,5 a	1008,9 a \pm 6,30	1007,0 a \pm 28,55	986,7 a \pm 62,09	1016,9 a \pm 1,85	1002,7 a \pm 23,74	
‘Fuerte’							
Concentrações	Dias de armazenamento						Média geral de concentrações
	0	5	10	15	20	25	
0,03%CO₂/21%O₂	1038,5	959,5	913,5	919,4	988,8	1019,4	931,7 \pm 80,53 a
5%CO₂/4%O₂	1038,5	973,5	923,4	975,2	1011,5	1011,3	947,4 \pm 83,85 a
6%CO₂/4%O₂	1038,5	956,0	973,0	935,1	965,0	1000,6	936,5 \pm 75,16 a
7%CO₂/4%O₂	1038,5	979,7	884,4	914,4	1010,8	1009,7	931,4 \pm 86,49 a
8%CO₂/4%O₂	1038,5	903,2	1012,0	1015,1	1005,3	985,0	951,7 \pm 89,77 a
Média geral de dias	1038,5 a	954,4 b \pm 30,23	941,3 b \pm 50,82	951,8 b \pm 42,67	956,2 b \pm 19,73	1005,2 b \pm 13,12	

Médias seguidas de mesma letra para os dias não diferem entre si pelo Teste Skott-Knott à 1% de probabilidade.

6.10 Atividade da enzima pectinametilsterase (PME)

Os resultados para a enzima PME apresentaram efeitos significativos para ambas as variedades de abacate. Para os frutos de abacate ‘Hass’ houve um aumento dos valores da atividade da PME ao longo dos dias de armazenamento. As concentrações de 6,0% e 7,0% de CO₂ apresentaram as menores atividades de PME para os frutos de abacate ‘Hass’ (Tabela 8).

Para os frutos de abacate ‘Fuerte’, não houve diferença significativa dos valores de PME para as diferentes concentrações, havendo diminuição da atividade da enzima marcadamente nos 20° e 25° dias de armazenamento. Esses resultados estão de acordo com Lima et al. (2006), que constataram que a atividade total da PME pode diminuir, permanecer constante ou aumentar durante o amadurecimento, dependendo do fruto e do método de extração para análise (Tabela 8).

Tabela 8. Atividade da pectinametilesterase ($\text{UE min}^{-1} \text{g}^{-1}$ de tecido fresco) obtida em abacates ‘Hass’ e ‘Fuerte’ submetidos à atmosfera modificada ativa armazenados em câmara frigorífica à $10 \pm 1^\circ\text{C}$ com $90 \pm 5\%$ de UR, por 25 dias.

‘Hass’							
Concentrações	Dias de armazenamento						Média geral de concentrações
	0	5	10	15	20	25	
0,03%CO ₂ /21%O ₂	171,1 aB	191,1 bB	195,9 bB	252,5 aA	227,7 bA	186,1 bB	204,1±30,16 a
5%CO ₂ /4%O ₂	171,1 aC	260,4 aB	167,1 bC	180,8 bC	331,8 aA	153,9 bC	210,8±70,32 a
6%CO ₂ /4%O ₂	171,1 aA	145,3 bA	137,0 bA	172,0 bA	200,8 bA	184,7 bA	168,5±23,89 b
7%CO ₂ /4%O ₂	171,1 aA	208,2 bA	180,0 bA	158,0 bA	172,4 cA	222,5 bA	185,3±24,70 b
8%CO ₂ /4%O ₂	171,1 aC	246,6 aB	257,1 aB	113,0 bC	125,5 cC	312,5 aA	204,3±79,91 a
Média geral de dias	171,1 b	210,3 a ±45,90	187,4 b ±44,54	175,3 b ±50,45	211,6 a ±77,09	211,9 a ±61,24	

‘Fuerte’							
Concentrações	Dias de armazenamento						Média geral de concentrações
	0	5	10	15	20	25	
0,03%CO ₂ /21%O ₂	175,2 aB	122,5 bC	191,1 aA	215,7 aA	158,5 aB	55,1 bD	153,0±57,31 a
5%CO ₂ /4%O ₂	175,2 aB	186,0 aB	122,3 bC	215,1 aA	132,9 aC	62,8 bD	149,0±54,45 a
6%CO ₂ /4%O ₂	175,2 aB	225,7 aA	195,6 aB	173,5 bB	36,2 bC	51,2 bC	142,9±79,25 a
7%CO ₂ /4%O ₂	175,2 aA	189,3 aA	213,4 aA	186,0 bA	56,2 bB	53,9 bB	145,7±71,30 a
8%CO ₂ /4%O ₂	175,2 aA	203,3 aA	132,2 bB	193,6 bA	46,5 bD	93,0 aC	140,6±61,85 a
Média geral de dias	175,2 b	185,4 a ±38,45	170,9 b ±40,88	196,8 a ±18,45	86,1 c ±55,64	63,2 d ±17,21	

Médias seguidas de mesma letra para os dias e para as concentrações não diferem entre si pelo Teste Skott-Knott à 1% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna para a interação concentrações X dias não diferem entre si pelo Teste Scott-Knott à 1% de probabilidade.

O comportamento da enzima PME pode variar de acordo com a espécie. A atividade desta enzima pode aumentar em mamão (LOURENÇO e CATUTANI, 1984), maçã (JOHNSTON et al., 2002), pêssego (OLIVEIRA et al., 2005), framboesa (IANNETTA et al., 1999), carambola (CHIN et al., 1999), pera (BRUMMELL et al., 2004), tomate (HOBSON, 1963) e banana (HULTIN e LEVINE, 1965; SALES et al., 2004) ou diminuir em abacate (AWAD e YOUNG, 1979), manga (PRASANNA et al., 2003) e tomate (RESENDE et al., 2004).

Awad e Young (1979) observaram que parcial desmetilação da pectina é necessária antes que a PG possa trazer significativa hidrólise. Então, a PME pode ter a função de preparar o substrato para ser hidrolisado pela PG. Os autores observaram que, quando houve diminuição abrupta da PME, iniciou-se o aumento da PG. D’Innocenzo (1996) igualmente concluiu que o amolecimento ocorria em mamão, quando a atividade da PME era mínima e a da PG era máxima.

6.11 Atividade da enzima poligalacturonase (PG)

Os resultados para a PG nos frutos de abacate ‘Hass’ foram pouco significativos para os dias e para a interação concentrações x dias, não havendo significância para as diferentes concentrações utilizadas, isso devido a grande oscilação da atividade da PG. Resultado semelhante foi observado em banana (VILAS BOAS, 1995) e tomate (FILGUEIRAS, 1996), onde a atividade da enzima PG oscilou durante o amadurecimento dos frutos. Apesar desta oscilação, pode-se observar maior atividade da PG no 5º e 25º dias de armazenamento nos abacates ‘Hass’. Para os frutos de abacate ‘Fuerte’ não houve efeito para nenhum dos fatores analisados (Tabela 7).

Contudo, esta atividade não influenciou na firmeza dos frutos pelos resultados apresentados, sendo que os tratamentos que apresentaram maior e menor atividade da PG, apresentaram também, maior e menor firmeza, respectivamente. Segundo Sales et al. (2004) não houve relação direta entre a atividade da PG e a solubilização da pectina.

Tabela 7. Atividade da poligalacturonase ($\text{UE min}^{-1} \text{g}^{-1}$ de tecido fresco) obtido em abacates ‘Hass’ e ‘Fuerte’ submetidos à atmosfera modificada ativa armazenados em câmara frigorífica à $10 \pm 1^\circ\text{C}$ com $90 \pm 5\%$ de UR, por 25 dias.

‘Hass’							
Concentrações	Dias de armazenamento						Média geral de concentrações
	0	5	10	15	20	25	
0,03%CO₂/21%O₂	47,8 aA	267,8 aA	198,5 bA	171,6 aA	89,4 aA	229,9 aA	167,5 \pm 84,10
5%CO₂/4%O₂	47,8 aB	246,7 aA	61,7 bB	101,8 aB	10,1 aB	243,8 aA	118,6 \pm 102,36
6%CO₂/4%O₂	47,8 aB	253,5 aA	140,6 bB	12,5 aB	17,8 aB	314,4 aA	131,0 \pm 128,46
7%CO₂/4%O₂	47,8 aB	269,6 aA	372,0 aA	33,0 aB	104,6 aB	383,1 aA	201,7 \pm 160,05
8%CO₂/4%O₂	47,8 aB	268,1 aA	267,8 aA	217,9 aA	55,3 aB	37,8 bB	149,1 \pm 113,51
Média geral de dias	47,8 b	261,1 a \pm 10,38	208,1 a \pm 118,85	107,3 b \pm 87,90	55,4 b \pm 41,96	241,8 a \pm 129,42	
‘Fuerte’							
Concentrações	Dias de armazenamento						Média geral de concentrações
	0	5	10	15	20	25	
0,03%CO₂/21%O₂	19,1	11,3	0,0	96,7	49,1	70,8	41,2 \pm 37,68
5%CO₂/4%O₂	19,1	0,0	22,4	89,4	123,0	38,4	48,7 \pm 47,38
6%CO₂/4%O₂	19,1	200,3	50,4	37,7	34,7	110,1	75,4 \pm 68,81
7%CO₂/4%O₂	19,1	1,7	0,0	11,3	33,3	67,3	22,1 \pm 25,29
8%CO₂/4%O₂	19,1	57,7	40,9	75,2	47,3	120,0	60,0 \pm 34,74
Média geral de dias	19,1	54,2 \pm 84,99	22,7 \pm 23,07	62,1 \pm 36,37	57,5 \pm 37,31	81,3 \pm 33,44	

Médias seguidas de mesma letra para os dias não diferem entre si pelo Teste Skott-Knott à 1% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna para a interação concentrações X dias não diferem entre si pelo Teste Scott-Knott à 5% de probabilidade.

A atividade da PG é dependente da condição do ambiente do apoplasto do pericarpo dos frutos. Almeida e Huber (1999) observaram durante o amadurecimento do tomate que íons aumentam, principalmente o K⁺, no apoplasto, podendo interferir diretamente na atividade das enzimas responsáveis pela degradação da parede celular.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- O uso da atmosfera modificada em frutas e hortaliças após a colheita tem como principal interesse a redução da respiração como consequente adiamento da senescência; neste experimento, os frutos de abacate ‘Hass’ submetidos aos tratamentos T4 e T5 tiveram as menores taxas respiratória. Nos frutos de abacate ‘Fuerte’, as menores taxas respiratórias foram observadas nos tratamentos T3, T4 e T5.
- As menores perdas de massa nos frutos dos abacates ‘Hass’ e ‘Fuerte’ foram observadas nos tratamentos T2 e T5.
- Os frutos foram armazenados a 10°C durante todo o experimento, no entanto, seria interessante a simulação da comercialização dos frutos após o armazenamento refrigerado para avaliar o comportamento da firmeza e a 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.

8. CONCLUSÃO

Nas condições em que os experimentos foram realizados. Os resultados permitiram concluir que:

- Os abacates ‘Hass’ e ‘Fuerte’ apresentaram as menores perdas de massa fresca e menores taxas respiratórias quando submetidos aos tratamentos T2 e T5 mantendo-se, por isso, as melhores qualidades nesses frutos.

9. REFERÊNCIAS

AGRIANUAL. **AGRIANUAL 2010**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2010. 520 p.

AHMED, E. M.; BARMORE, C. R. Avocado. In: NAGY, S.; SHAW, P. E.; WARDOWSKI, W. F. (Ed.). **Fruits of tropical and subtropical origin**: composition, properties and rises. Lake Alfred: AVI Publishing, 1990. p. 121-156.

ALMEIDA, D. P. F.; HUBER, D. J. Apoplastic pH and inorganic ion levels in tomato fruit: a potential means for regulation of cell wall metabolism during ripening. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 105, p. 506-512, 1999.

ALVARENGA, L. R.; FORTES, J. M. Cultivares de fruteira de clima temperado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 124, p. 3-24, 1985.

ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; MOSCA, J. L. Colheita e pós-colheita de anonáceas. In: SÃO JOSÉ, A. R.; SOUZA, I. V. B.; MORAIS, O. M. **Anonáceas**: produção e mercado (pinha, graviola, atemóia e cherimólia). Vitória da Conquista: Ed. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 1997. p. 240-256.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry International**. 13. ed. Washington, DC, 1992. 1015 p.

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

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

BEN-ARIE, R.; ZUTKHI, Y. Extending the storage life of 'Fuyu' persimmon by modified-atmosphere packaging. **Hortscience**, Alexandria, v. 27, n. 7, p. 811-813, 1992.

BLEINROTH, E. W.; CASTRO, J. V. de. Matéria-prima. In: ITAL. **Abacate: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. Campinas, 1992. p. 58-147.

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.

BOWER, J.; CUTTING, J. G. Avocado fruit development and ripening physiology. **Horticultural Review**, London, v. 10, p. 229-271, 1988.

BRADY, C. J. Fruit ripening. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 38, p. 155-78, 1987.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília, DF, 2005. 1018 p.

BRASIL, M. I. **Utilização de pectinases e agentes 'fining' no processamento de suco integral e clarificação de goiaba (*Psidium guajava* L., Var. Pomífera)**, 1993. 156 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)-Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1993.

BRODRICK, H. T.; THOMAS, A. C. **Radiation preservation of subtropical fruits in South Africa**. In: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Food Preservation by irradiation**. Vienna, 1978. p. 167-178.

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.

BRUMMELL, D. A. et al. Cell wall metabolism during maturation, ripening and senescence of peach fruit. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 55, n. 405, p. 2029-2039, 2004.

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

CHIN, L-H.; MOHD.ALI, Z.; LAZAN, H. Cell wall modification, degrading enzymes and softening of carambola fruit during ripening. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 50, n. 335, p. 767-775, Jun. 1999.

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

CIA, P. **Efeito de atmosfera modificada no controle de podridões pós-colheita e na qualidade de caqui cv. Fuyu**. 2002. 122 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

CORTEZ, L. A. B.; HONÓRIO, S. L.; MORETTI, C. L. **Resfriamento de frutas e hortaliças**. Brasília, DF: EMBRAPA Hortaliças, 2002. 428 p.

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

DAIUTO, E. R. et al. Avaliação da coloração, teor de fenóis e atividade da peroxidase no guacamole conservado pelo frio. **Agronomia Tropical**, Maracay, v. 59, n. 3, p. 331-342, 2009.

DAIUTO, E. R. et al. Estabilidade físico- química de um produto de abacate acondicionado em diferentes embalagens e conservado pelo frio. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n. 1, p. 97-105, 2010.

DAIUTO, E. R. et al. Taxa respiratória de abacate ‘Hass’ submetido a diferentes tratamentos físicos. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, México, v. 10, n. 2, p. 101-109, 2010a.

D’ INNOCENZO, M. **Comportamento de enzimas da parede celular e textura da polpa relacionados ao tratamento de irradiação em mamões (*Carica papaya* L. cv. solo) durante o armazenamento**. 1996. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciências)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

DONADIO, L. C. **Abacate para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília, DF: DENACOOP, 1992. 109 p. (Série de Publicações Técnicas da FRUPEX).

FILGUEIRAS, H. A. C. **Bioquímica do amadurecimento de tomates híbridos heterozigotos no loco ‘alcobaça’**. 1996. 118 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

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

FRANCISCO, V. L. F. dos. S.; BAPTISTELLA, C. da S. L. Cultura do abacate no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 35, n. 5, p. 27-41, 2005.

GAYET, J. P. et al. **Abacate para exportação**: procedimento de colheita e pós-colheita. Brasília, DF: FRUPEX, 1995. 37 p.

GERMANO, R. M. de A.; ARTHUR, V.; WIENDL, F. M. Conservação pós-colheita de abacates *Persia americana* Mill., variedades Furtuna e Quintal, por irradiação. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 53, n. 2-3, 1996. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90161996000200010&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 11 fev. 2007.

GONÇALVES, N. B. **Efeito da aplicação de cloreto de cálcio associado ao tratamento hidrotérmico sobre a composição química e sustentabilidade ao escurecimento interno do abacaxi cv, *Smooth Cayenne***. 1998. 101 f. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

GRIERSON, D. Senescence in fruits. **HortScience**, Alexandria, v. 22, n. 5, p. 859, 1987.

HOBSON, G. E. Pectinesterase in normal and abnormal tomato fruit. **Biochemistry Journal**, Oxford, v. 86, p. 358-365, 1963.

HULTIN, H. O.; LEVINE, A. S. Pectin methylesterase in the ripening banana. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 30, p. 917-921, 1965.

HULTIN, H. O.; SUN, 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.

IANNETTA, P. P. M. et al. The role of ethylene and cell wall modifying enzymes in raspberry (*Rubus idaeus*) fruit ripening. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 105, p. 338-347, 1999.

JACOMINO, A. P. et al. Processamento mínimo de frutas no Brasil. In: SIMPOSIUM ESTADO ACTUAL DEL MERCADO DE FRUTOS Y VEGETALES CORTADOS EN IBEROAMÉRICA, 2004. San José. **Resumenes...** San José: [s.n.], 2004. p. 79-86.

JOHNSTON, J. W.; HEWETT, E. W.; HERTOOG, M. L. A. T. M. Postharvest softening of apple (*Malus domestica*) fruit: a review. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, Singapore, v. 30, p. 145-160, 2002.

KADAN, S. S.; SALUNKHE, D. K. Avocado. In: **Handbook of fruit science and technology**. New York: Marcel Dekker, 1995. p. 363-375.

KADER, A. A. Fruit maturity, ripening and quality relationships. **Acta Horticulture**, Leuven, n. 485, p. 203-208, 1999.

KADER, A. A. **Postharvest technology of horticultural crops**. 2nd. ed. Oakland: University of California, 1992. 296 p.

KAWAMATA, S. Studies on sugar component for fruits by gas-liquid chromatography. **Bulletin of Tokyo Agricultural Experiment Station**, Tokyo, n. 10, p. 53-63, 1977.

KAYES, J. S. **Post-harvest physiology of perishables plants products**. New York: Avi, 1991. 543 p.

KLUGE, R. A. et al. Embalagens plásticas para pêssegos “flordaprince” refrigerados. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 4, p. 843-850, 1999.

KLUGE, R. A. et al. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. Pelotas: Ed. UFPEL, 1997. 163 p.

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

KOBLITZ, M. G. B. **Bioquímica de alimentos: teoria e aplicações práticas**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 242 p.

KRAMER, A. Fruits and vegetables. In: KRAMER, A.; TWIGG, B. A. **Quality control for the food industry**. Connecticut: Avi, 1973. v. 2, p. 157-227.

LANA, M. M.; FINGER, F. L. **Atmosfera modificada e controlada: aplicação na conservação de produtos hortícolas**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2000. 34 p.

LIMA, V. L. A. G.; MÉLO, E. A.; LIMA, D. E. S. Fenólicos e carotenóides totais em pitanga. **ScientiaAgricola**, Piracicaba, v. 59, n. 3, p. 447-450, 2002.

LIMA, M. A. C. et al. Qualidade pós-colheita de melão Galia submetido à modificação da atmosfera e ao 1-metilciclopropeno. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 3, p. 793-798, jul./set. 2006.

LOURENÇO, E. J.; CATUTANI, A. T. Purification and properties of pectinesterase from papaya. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 35, p. 1120-1127, 1984.

MARANCA, G. **Fruticultura comercial: manga e abacate**. 6. ed. São Paulo: Nobel, 1986. 138 p.

MEDINA, J. C. et al. **Abacate: da cultura ao processamento e comercialização**. Campinas: ITAL, 1978. 212 p.

MEIR, S. et al. Prolonged storage of 'Hass' avocado fruit using modified atmosphere packaging. **Postharvest Biology and Technology**, Wageningen, v. 12, n. 1, p. 51-60, 1997.

MELO NETO, M. L. **Uso de protetores e refrigeração na conservação da manga (*Mangifera indica* L.) cv. Palmer.** 1996. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

MUGNOL, M. M. **Conservação pós-colheita de banana “Nanicão” com utilização de filmes plásticos e cera, associados à refrigeração e KMnO_4 .** 1994. 92 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1994.

NELSON, N. A. Photometria adaptation of Somogy method for determination of glicose. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 31, n. 2, p. 159-161, 1944.

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

NEVES FILHO, L. C. **Refrigeração e alimentos.** Campinas: UNICAMP-FEA, 2000. 322 p.

OLIVEIRA, M. A. **Utilização de películas de fécula de mandioca como alternativa à cera comercial na conservação pós-colheita de frutos de goiaba (*Psidium guajava*) variedade Kumagai,** 1996. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

OLIVEIRA, M. A. de. **Comportamento pós-colheita de pêssegos (*Prunus pérsica* L. (Batsch) revestidos com filme a base de amido como alternativa à cera comercial.** 2000. 93 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

OLIVEIRA, F. E. R. et al. Firmeza de pêssegos ‘Diamante’ tratados com 1-MCP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 366-368, dez. 2005.

PECH, J. C. Unraveling the mechanisms of fruit ripening and development of sensory quality through the manipulation of ethylene biosynthesis in melon. In: NATO ADVANCED RESEARCH WORKSHOP ON BIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY OF THE PLANT HORMONE ETHYLENE, 2002, Murcia. **Anales...** Murcia, 2002.

PERKINS-VEAZIE, P.; COLLINS, J. K. Flesh quality and lycopene stability of fresh-cut watermelon. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 31, p. 159-166, 2004.

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.

PRASANNA, V. et al. Pectic polysaccharides during ripening of mango (*Mangifera indica* L.). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 83, p. 1182-1186, 2003.

PRESSEY, R.; AVANTS, J. K. Solubilization of cell walls by tomato polygalacturonase: effects of pectinesterases. **Journal of Food Biochemistry**, Hoboken, v. 1, n. 6, p. 57-74, 1982.

REBOLLO, A. J. G. et al. Effects of consumption of meat product rich in monounsaturated fatty acids (the ham from the Iberian pig) on plasma lipids. **Nutrition Research**, Tarrytown, v. 18, p. 743-750, 1998.

RESENDE, J. M. e al. Atividades de enzimas pectinametilesterase e poligalacturonase durante o amadurecimento de tomates do grupo multilocular. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 22, n. 2, p. 206-212, abr./jun. 2004.

ROCHA, J. L. V.; SPAGNOL, W. A. Frutas e hortaliças. In: VAN'DENDER, A. G. F. et al. **Armazenamento de gêneros e produtos alimentícios**. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1983. p. 227-272.

SALES, A. N. de; BOTREL, N.; COELHO, A. H. R. Aplicação de 1-metilciclopropeno em banana 'prata-anã' e seus efeitos sobre as substâncias pécicas e enzimas pectinolíticas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 479-487, maio/jun. 2004.

SILVA, J. A. **Tópicos de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Varela, 2000. p. 5-12, 25.

SILVEIRA, N. S. S. et al. Doenças fúngicas pós-colheita em frutas tropicais: patogênese e controle. **Caatinga**, Mossoró, v. 18, n. 4, p. 283-299, 2005.

SOUZA, A. V. et al. Conservação pós-colheita de pêsego com o uso da refrigeração e da irradiação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 4, p. 1184-1189, dez. 2009.

SPOTO, M. H. F.; MIGUEL, A. C. A. Processamento mínimo e congelamento. In: OETTERER, M. et al. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. Barueri: Manole, 2006. p. 453-510.

STEFFENS, C. A. et al. Armazenamento de ameixas 'Laetitia' em atmosfera modificada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 9, p. 2439-2444, dez. 2009.

TANGO, J. S.; CARVALHO, C. R. L.; SOARES, N. B. Caracterização física e química de frutos de abacate visando a seu potencial para extração de óleo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, p. 17-23, 2004.

TEIXEIRA, C. G. et al. **Abacate: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. 2. ed. Campinas: ITAL, 1992. 250 p.

THOMPSON, J. T. Storage systems. In: KADER, A. A. (Ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**. California: University of California, 2002. p. 113-122.

TREMOCOLDI, M. A. **Atividade antioxidante:** compostos fenólicos totais e cor em abacate 'hass' submetido a diferentes tratamentos físicos. 2011. 113 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

TURATTI, J. M.; GOMES, R. A. R.; ATHIÉ, I. **Lipídios:** aspectos funcionais e novas tendências. Campinas: ITAL, 2002. 78 p.

VILAS BOAS, E. V. B. **Modificações pós-colheita de banana "prata" (*Musa acuminata* x *M. balbisiana* AAB) γ -irradiada.** 1995. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

ZAGORY, D.; KADER, A. A. Modified atmosphere packaging of fresh produce. **Food Technology**, Chicago, v. 42, n. 9, p. 70-77, 1988.

WATADA, A.; ABE, K.; YAMAUCHI, N. Physiological activities of partially processed fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 20, p. 116-122, 1990.

WILLS, R. H. et al. **Postharvest:** an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables. London: Granada, 1981. 162 p.