

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL

ALINE CRISTINA VELHO

FISIOLOGIA E PRESERVAÇÃO DA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE
GOIABA SERRANA [*Acca sellowiana* (Berg.) Burret]

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Produção Vegetal da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador:
Ph.D. Cassandro V. T. do Amarante
Co-orientadores:
Dr. Cristiano André Steffens
Dr. Luiz Carlos Argenta

LAGES - SC

2009

ALINE CRISTINA VELHO
(Engenheira Agrônoma – UDESC)

**FISIOLOGIA E PRESERVAÇÃO DA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE
GOIABA SERRANA [*Acca sellowiana* (Berg.) Burret]**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre,
no Curso de Mestrado em Produção Vegetal da Universidade do Estado de Santa
Catarina.

Aprovado em: 28/09/2009

Homologado em:

Banca Examinadora:

Por:

Ph.D. Cassandro V. T. do Amarante
Orientador - CAV/UDESC

Dr. Jefferson Luis Meireles Coimbra
Coordenador Técnico do Curso de
Mestrado em Produção Vegetal.

Dr. Cristiano André Steffens
Co-Orientador - CAV/UDESC

Dr. Paulo César Cassol
Coordenador do Programa de Pós-
Graduação em Ciências Agrárias.

Dr. Luiz Carlos Argenta
Membro - EPAGRI

Dr. Adil Knackfuss Vaz
Diretor Geral do Centro de Ciências
Agroveterinárias – UDESC/CAV

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária
Renata Weingärtner Rosa – CRB 228/14ª Região
(Biblioteca Setorial do CAV/UDESC)

Velho, Aline Cristina

Fisiologia e preservação da qualidade pós-colheita de
goiaba serrana [*Acca Sellowiana* (Berg.) Burret]. / Aline
Cristina Velho. – Lages, 2009.

65 p.

Dissertação (mestrado) – Centro de Ciências
Agroveterinárias / UDESC.

1. Frutas. 2. Respiração. 3. Etileno. 4. Frutas –
Maturação.
5. Frutas - Fisiologia. 6. Frutas – Armazenamento. 7.
1-MCP. I. Título.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por ter me guiado em mais uma etapa da minha vida.

Aos meus pais, agradeço todo o amor, compreensão e respeito que sempre confiaram em meus sonhos, e me ensinaram a acreditar que é possível realizá-los, além de me mostrarem que trabalho duro, perseverança e honestidade são as ferramentas ideais para atingirmos nossas metas.

Aos meus irmãos, que sempre participaram comigo em vários momentos importantes e são grandes exemplos de coragem e determinação.

Meus sinceros agradecimentos à equipe do laboratório de fisiologia pós-colheita, um grupo que é exemplo de trabalho, com alegria e entusiasmo.

Meus agradecimentos especiais a alguns professores, que me ensinaram com prazer e dedicação parte do que sei e, o que é mais importante, me ensinaram a aprender sozinho.

Aos verdadeiros amigos, que sempre estiveram do meu lado, em todos os momentos.

A Cooperativa Agrícola Sanjo, pelo fornecimento dos frutos.

A UDESC e a EPAGRI, pelo apoio técnico.

RESUMO

A goiabeira serrana é uma espécie frutífera da família Myrtaceae, que ocorre em algumas regiões de altitude no Sul do Brasil e em regiões do Uruguai e Argentina. Produz frutos com alta qualidade organoléptica, sabor doce-acidulado e um excelente aroma. As técnicas para prolongar a vida pós-colheita dos frutos de goiabeira serrana são pouco estudadas. Por esta razão, o emprego de novas técnicas de preservação da qualidade torna-se uma importante estratégia para o prolongamento da vida pós-colheita dos frutos, além de obter uma alta qualidade destes até a chegada no mercado consumidor. O presente estudo teve por objetivos caracterizar as alterações fisiológicas e de qualidade de frutos de goiabeira serrana após a colheita, e determinar os efeitos da utilização do 1-MCP e de diferentes embalagens, sobre as características físico-químicas dos frutos. Os frutos foram colhidos em abril de 2008, em pomar comercial localizado no município de São Joaquim, SC. Após a colheita, os frutos foram selecionados e utilizados em três experimentos. No primeiro experimento foi caracterizado o padrão de amadurecimento e as alterações de qualidade dos frutos controle e frutos tratados com etileno ($70\mu\text{L.L}^{-1}$) ou 1-metilciclopropeno (1-MCP; $1\mu\text{L.L}^{-1}$) e mantidos em temperatura ambiente (23°C). No segundo experimento, os frutos foram tratados ou não com 1-MCP ($1\mu\text{L.L}^{-1}$), e acondicionados em diferentes filmes plásticos, visando avaliar os efeitos de condições de atmosfera modificada (AM), associadas à inibição da ação do etileno, na preservação das características físico-químicas dos frutos durante armazenamento a 4°C . No terceiro experimento os frutos foram tratados com diferentes doses de 1-MCP (0; 0,5; 1,0; 2,0 e $4,0\mu\text{L.L}^{-1}$) e armazenados a temperatura de 4°C , visando avaliar os efeitos da inibição da ação do etileno no amadurecimento. Durante o armazenamento os frutos foram analisados quanto às atividades respiratórias e de produção de etileno, teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), cor da epiderme (ângulo 'hue'; h°), incidência de escurecimento da polpa, manchas na epiderme e podridões. Durante o armazenamento a 23°C os frutos exibiram um padrão respiratório do tipo climatérico, atingindo o pico entre o 4º e o 5º dia após a colheita. A aplicação de etileno reduziu sensivelmente a taxa respiratória no climatérico em relação ao controle. No entanto, a taxa respiratória dos frutos tratados com 1-MCP, durante o pico climatérico, foi menor que os frutos controle. De uma maneira geral, houve diminuição nos teores de SS, da AT e nos valores de h° da epiderme, e aumento no desenvolvimento de manchas superficiais, manchas deprimidas, escurecimento da polpa e podridões, durante o amadurecimento dos frutos. Nos frutos armazenados a 4°C houve uma melhor preservação dos atributos de qualidade em relação aos frutos armazenados a 23°C , sendo o 1-MCP foi mais efetivo nesta temperatura. Os filmes utilizados no acondicionamento dos frutos ocasionaram um excessivo acúmulo de CO_2 no interior

das embalagens, o que possivelmente acentuou o escurecimento do parênquima externo dos frutos. O tratamento com 1-MCP não retardou o amadurecimento dos frutos, não afetou significativamente o desenvolvimento dos distúrbios da epiderme e da polpa, nem a produção de etileno, mas diminuiu sensivelmente a respiração dos frutos.

Palavras-chave: Fruto. Respiração. Etileno. Amadurecimento. Distúrbios fisiológicos. Atmosfera de armazenagem. 1-MCP.

ABSTRACT

Feijoa belongs to the Myrtaceae family and occurs in some high altitude regions of Southern Brazil as well as in some parts of Uruguay and Argentina. The fruit has a high organoleptic quality, with sweet-acid taste and excellent flavor. However, little is known about the techniques to preserve the postharvest fruit quality. Therefore, this requires the study of new techniques to preserve the fruit postharvest quality aiming the extension of period for fruit handling and marketing. This study was carried out to characterize the fruit physiology and to assess methods to preserve the postharvest quality of feijoas. Fruit were harvested in April 2008, in a commercial orchard in São Joaquim, SC. After harvest, fruits were selected and subjected to three experiments. In the first experiment fruit were characterized in terms of ripening and quality after treatment with ethylene ($70\mu\text{L.L}^{-1}$) or 1-methylcyclopropene (1-MCP; $1\mu\text{L.L}^{-1}$), besides the control, during storage at ambient temperature (23°C). In the second experiment, fruits were treated or not with 1-MCP ($1\mu\text{L.L}^{-1}$), and packed in different plastic films to evaluate the effects of modified atmosphere (MA) conditions, associated with the inhibition of ethylene action, on preservation of physico-chemical characteristics of the fruits. In the third experiment, fruits were treated with 1-MCP (0; 0,5; 1,0; 2,0 and $4,0\mu\text{L.L}^{-1}$) and stored at 4°C , to evaluate the effects of inhibition of ethylene action on fruit ripening. During storage fruits were analyzed for rates of respiration and ethylene production, soluble solids content (SSC), titratable acidity (TA), skin color (hue angle; h°), and incidence of flesh browning, skin blemish and rots. During storage at 23°C , fruit exhibited a climacteric pattern, reaching a peak of respiration rates between the 4th and 5th day after harvest. Treatment with ethylene decreased peak of respiration rate compared to control. The respiration rate of fruit treated with 1-MCP was lower than the control fruits. Overall, there was a decrease of SSC, AT and h° values of the skin, and an increase of superficial and depressed blemishes of the skin, of flesh browning and of rots during fruit ripening. Fruit stored at 4°C had a better quality preservation than at those stored at 23°C , and treatment with 1-MCP was more effective at 23°C . The films used for fruit packaging caused an excessive accumulation of CO_2 inside the bags leading to high vascular tissue browning of the fruits. The treatment with 1-MCP did not delay fruit ripening, had no effect to reduce the development of skin and flesh disorders and ethylene production, but slightly decreased fruit respiration.

Key-words: Fruit. Respiration. Ethylene. Ripening. Physiological disorder. Storage atmosphere. 1-MCP.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Local de maior ocorrência da goiabeira serrana no Sul do Brasil.....	14
Figura 2 - Corte transversal de um fruto de goiabeira serrana.....	15
Figura 3 - Taxa respiratória em frutos de goiabeira serrana tratados ou não com 1-MCP ou etileno e armazenados a temperatura de 23°C.....	26
Figura 4 - Produção de etileno em frutos de goiabeira serrana tratados ou não com 1-MCP ou etileno e armazenados a temperatura de 23°C.....	27
Figura 5 - Teor de sólidos solúveis (°Brix) e acidez titulável (%) em frutos de goiabeira serrana tratados ou não com 1-MCP ou etileno e armazenados a temperatura de 23°C.....	29
Figura 6 - Alteração na cor da epiderme (h^a) em frutos de goiabeira serrana tratados ou não com 1-MCP ou etileno e armazenados a temperatura de 23°C...	30
Figura 7 - Incidência de escurecimento da polpa (1-4) em frutos de goiabeira serrana tratados ou não com 1-MCP ou etileno e armazenados a temperatura de 23°C.....	31
Figura 8 - Incidência de podridões (1-4) em frutos goiabeira serrana tratados ou não com 1-MCP ou etileno e armazenados a temperatura de 23°C.....	32
Figura 9 - Incidência de mancha superficial e mancha deprimida (1-4) em frutos de goiabeira serrana tratados ou não com 1-MCP ou etileno e armazenados a temperatura de 23°C.....	33
Figura 10 - Teor de sólidos solúveis (°Brix) e acidez titulável (%) em frutos de goiabeira serrana, com ou sem tratamento com 1-MCP, e	

acondicionados em diferentes embalagens, durante armazenamento a 4°C.....	35
Figura 11 - Alteração na cor da epiderme (h^a) em frutos de goiabeira serrana, com ou sem tratamento com 1-MCP, e acondicionados em diferentes embalagens, durante armazenamento a 4°C.....	36
Figura 12 - Incidência de mancha superficial e mancha deprimida (1-4) em frutos de goiabeira serrana, com ou sem tratamento com 1-MCP, e acondicionados em diferentes embalagens, durante armazenamento a 4°C.....	38
Figura 13 - Incidência de escurecimento da polpa e escurecimento do parênquima externo (1-4) em frutos de goiabeira serrana, com ou sem tratamento com 1-MCP, e acondicionados em diferentes embalagens, durante armazenamento a 4°C	39
Figura 14 - Incidência de podridões (1-4) em frutos de goiabeira serrana, com ou sem tratamento com 1-MCP, e acondicionados em diferentes embalagens, durante armazenamento a 4°C.....	41
Figura 15 - Concentração de etileno e CO ₂ no interior das embalagens contendo frutos de goiabeira serrana, com ou sem tratamento com 1-MCP, durante armazenamento a 4°C.....	43
Figura 16 - Produção de etileno em frutos de goiabeira serrana, com ou sem tratamento com 1-MCP, e acondicionados em diferentes embalagens, durante armazenamento a 4°C.....	44
Figura 17 - Taxa respiratória em frutos de goiabeira serrana com ou sem tratamento com 1-MCP, e acondicionados em diferentes embalagens, durante armazenamento a 4°C.....	45

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Sólidos solúveis, acidez titulável e cor da epiderme em frutos de goiabeira serrana tratados com diferentes doses de 1-MCP e armazenados sob refrigeração ($4\pm 2^{\circ}\text{C}/90\pm 5\%$ UR) durante três semanas..... 47
- Tabela 2 - Incidência de escurecimento da polpa, podridão, manchas deprimidas e superficiais em frutos de goiabeira serrana tratados com diferentes doses de 1-MCP e armazenados sob refrigeração ($4\pm 2^{\circ}\text{C}/90\pm 5\%$ UR) durante três semanas..... 49

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1 Aspectos gerais sobre a cultura da goiabeira serrana.....	13
2.2 Colheita e pós-colheita.....	16
2.2.1 Utilização de 1-metilciclopropeno (1-MCP).....	18
2.2.2 Armazenamento em atmosfera modificada.....	19
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1 Local de colheita dos frutos e de execução do trabalho.....	21
3.2 Experimento 1: Padrão de amadurecimento e alterações de qualidade da goiaba serrana após a colheita.....	21
3.3 Experimento 2: Qualidade pós-colheita de goiaba serrana submetida ao tratamento com 1-MCP e acondicionadas em diferentes embalagens.....	22
3.4 Experimento 3: Qualidade da goiaba serrana tratada com diferentes doses de 1-MCP.....	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1 Experimento 1: Padrão de amadurecimento e alterações de qualidade da goiaba serrana após a colheita.....	25
4.2 Experimento 2: Qualidade pós-colheita de goiaba serrana submetida ao tratamento com 1-MCP e ao armazenamento a 4°C em diferentes embalagens.....	34

4.3 Experimento 3: Preservação da qualidade da goiaba serrana tratada com diferentes doses de 1-MCP.....	46
--	----

5 CONCLUSÃO.....	50
-------------------------	-----------

CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	51
----------------------------------	-----------

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
--	-----------

APÊNDICE.....	60
----------------------	-----------

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é considerado um dos principais centros de diversidade genética de espécies frutíferas, muitas ainda desconhecidas. No entanto, muitas destas espécies possuem potencial para se tornar de importância comercial como as espécies frutíferas tradicionais. As atividades de pesquisa, visando o desenvolvimento, produção e manejo de espécies nativas, vêm sendo desenvolvidas mais intensamente, com objetivo de gerar tecnologias que possibilitem o seu cultivo em escala comercial.

A goiabeira serrana [*Acca sellowiana* (Berg.) Burret] é nativa do Sul do Brasil e apresenta grande potencial de exploração comercial. É uma espécie frutífera da família Myrtaceae, cujos frutos apresentam alta qualidade organoléptica. No entanto, as técnicas disponíveis para prolongar a vida pós-colheita dos frutos para a goiabeira serrana são pouco estudadas, e não existem padrões de qualidade estabelecidos para a comercialização, razão pela qual são pouco explorados comercialmente. Por essa razão, o principal desafio é gerar tecnologias que mantenham a qualidade pós-colheita dos frutos, bem como aumentem o seu potencial de armazenamento.

O principal objetivo deste trabalho foi de identificar formas para a preservação da qualidade pós-colheita dos frutos de goiabeira serrana, através da refrigeração dos frutos, da utilização de atmosfera modificada (AM), e do tratamento com 1-metilciclopropeno (1-MCP), um inibidor da ação do etileno.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aspectos gerais sobre a goiabeira serrana

A goiabeira serrana, também conhecida pela sinonímia de *Feijoa sellowiana*, é uma espécie frutífera da família Myrtaceae, nativa do planalto meridional brasileiro e do Uruguai. É também conhecida por goiaba-do-mato, goiaba-do-campo, goiaba-abacaxi e, internacionalmente, como feijoa.

O fruto da goiabeira serrana apresenta alta qualidade organoléptica, com um sabor doce-acidulado e um excelente aroma. O fruto é fonte de vitaminas e minerais, apresenta atividade antibactericida, antioxidante e antialérgica, sendo que a presença de flavonóides auxilia na atividade imunológica, determinando respostas crônicas em processos inflamatórios (VUOTTO et al., 2000). Além do consumo *in natura*, os frutos podem ser processados e utilizados na produção de sucos, geléias, sorvetes e bebidas (SHARPE et al., 1993; THORP & BIELESKI, 2002).

A espécie foi descrita pela primeira vez por Berg, em 1859, a partir de um material mantido em herbário e coletado por Sellow, em 1819, no Rio Grande do Sul (FORTE, 1993). Sua difusão no hemisfério norte iniciou-se a partir de um exemplar proveniente do Uruguai, introduzido em 1890 no Sul da França (SANTOS et al., 2005).

Atualmente a goiabeira serrana é cultivada comercialmente em vários países, e participa de programas de melhoramento na França, Israel, Itália, Rússia, Colômbia, EUA e Nova Zelândia (THORP & BIELESKI, 2002).

No Brasil, a espécie ocorre naturalmente nos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Figura 1). Em Santa Catarina ocorre principalmente nas áreas com altitude acima de 800m, e com maior frequência, em altitudes acima de 1000m (DUCROQUET & HICKEL, 1991). No Rio Grande do Sul esta espécie ocorre na Serra Gaúcha e em algumas áreas de menor altitude (DONADIO et al., 2002). Atualmente a espécie encontra-se em processo de domesticação, ocorrendo em

populações naturais no sub-bosque da Floresta Ombrófila Mista e em alguns pomares comerciais (QUADROS et al., 2008).

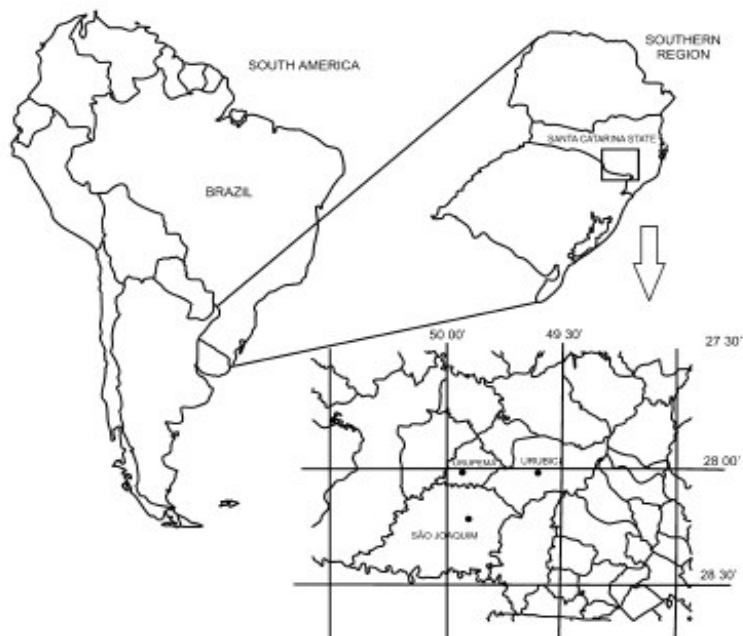


Figura 1 - Local de maior ocorrência da goiabeira serrana no Sul do Brasil (Fonte: SANTOS, 2009).

A goiabeira serrana é um arbusto de folhas persistentes que raramente ultrapassa 6m de altura, apresenta tronco curto e tortuoso bastante ramificado, especialmente quando se encontra em campo aberto. As folhas são opostas, com pecíolo de 0,5 a 0,9cm de comprimento, variam de ovais a obovadas, de cor verde-escura na face adaxial e verde-clara ou prateada na face abaxial (MARCHIORI & SOBRAL, 1997). Os botões florais apresentam-se solitários ou em cachopa, com no máximo cinco unidades, e são característicos pelo seu formato globoso (DUCROQUET et al., 2000). A flor é epígina, com o feixe de estames dispostos em leque ao redor do estigma, que mantém as anteras não somente abaixo do estigma, mas também afastadas do mesmo, contribuindo para que as abelhas e outros himenópteros não toquem o estigma quando coletam o pólen nas anteras (DUCROQUET et al., 2004).

É uma espécie de fecundação cruzada, embora existam clones auto-férteis (DUCROQUET et al., 2000). Do ponto de vista morfológico, as gemas frutíferas não são visíveis a olho nú antes do início da brotação, que ocorre do final de setembro a início de outubro, dependendo do local e do ano (DUCROQUET et al., 2004). A

época de florescimento se estende desde o início de outubro até meados de novembro (DUCROQUET & HICKEL, 1991).

Os frutos são pseudofrutos do tipo pomo, a exemplo da maçã, pois a casca, com espessura de 4 a 12mm, deriva do receptáculo floral, e não da parede ovariana (Figura 2).

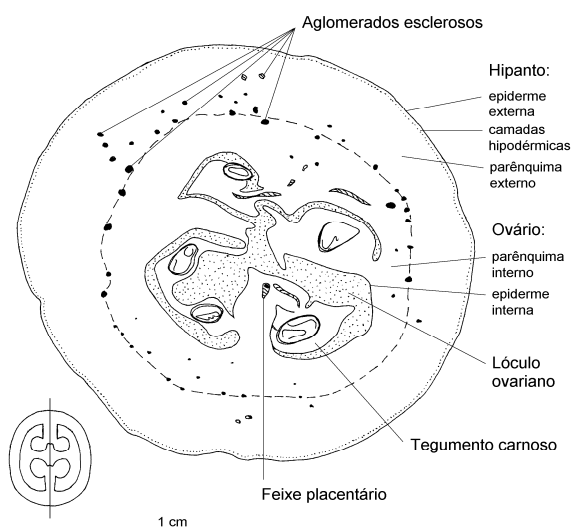


Figura 2 - Corte transversal de um fruto de goiabeira serrana (Fonte: DUCROQUET, 2001).

A espécie pode ser dividida em dois “Tipos”, que apresentam características distintas, principalmente com relação às plantas. O grupo típico, ou “Tipo Brasil”, de acessos coletados no Brasil (Santa Catarina e Nordeste do Rio Grande do Sul), apresenta plantas com folhas de face abaxial verde-clara, pilosidade esbranquiçada curta e rala, os frutos apresentam sementes grandes (0,45 a 0,60g para 100 sementes), e a casca tende a ser mais dura e mais espessa, sendo raramente consumida *in natura* (NODARI et al., 1997). Já o “Tipo Uruguai”, de acessos coletados no Uruguai (representando genótipos cultivados na Nova Zelândia, Israel, EUA e Uruguai), apresenta plantas com folhas de face abaxial branco-cinza, com densa pilosidade branca, as sementes são pequenas (0,20g para 100 sementes), e a casca tende a ser mais fina, mais mole e mais doce, favorecendo seu consumo *in natura* (NODARI et al., 1997; THORP & BIELESKI, 2002).

Uma segunda distinção entre os tipos pode ser feita de acordo com a origem geográfica do germoplasma. Segundo Ducroquet et al. (2000), os acessos do “Tipo Brasil” são encontrados nos bosques e capões de encosta, que caracterizam as

áreas de Campos de Altitude do Brasil meridional, entre 1200 e 1600m de altitude, onde geadas e temperaturas de até -10°C podem ocorrer, com temperatura média anual abaixo ou próxima de 16°C. Já as plantas do “Tipo Uruguai”, procedentes principalmente do Norte do Uruguai, aparecem nos bosques das serras do sudoeste do Rio Grande do Sul e nas áreas de maior altitude do Uruguai, com temperatura média anual também por volta dos 16°C (DUCROQUET et al., 2000).

Segundo Ducroquet & Hickel (1991), nas condições edafoclimáticas de Videira, SC, a variabilidade na maturação dos frutos entre clones é muito grande, iniciando no final de fevereiro e terminando no início de junho. Segundo Donadio et al. (2002), em algumas regiões a maturação ocorre entre janeiro e março.

No cultivo comercial, surgem algumas limitações de ordem fitossanitária. A mosca-das-frutas (*Anastrepha fraterculus*) é considerada a principal praga (DUCROQUET et al., 2000). A planta e o fruto são muito sensíveis à antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides* Penzig, e a podridão floral, causada pelo fungo *Botrytis cinerea*, que provocam redução drástica da produtividade (KATSURAYAMA & BONETI, 2009). Esses patógenos requerem calor e umidade elevada para se desenvolver, razão pelo qual a tecnologia disponível só permite o cultivo comercial nas regiões mais frias, onde justamente a densidade de plantas nativas é maior, ou seja, na Região Serrana de São Joaquim e nas partes mais elevadas da Serra ao nordeste do Rio Grande do Sul (ANDRADE & DUCROQUET, 1997).

2.2 Colheita e pós-colheita

A goiaba serrana, apesar da espessura de sua casca, é um fruto delicado e de baixa conservação. O fruto requer um manuseio cuidadoso, que pode inviabilizar a classificação mecânica, no caso das cultivares mais sensíveis e com maior volume de polpa (THORP & KLEIN, 1987).

A maturação do fruto é escalonada, podendo durar um mês para uma mesma cultivar e num mesmo local (DUCROQUET, 2000). Colhido imaturo, o fruto nunca atingirá as qualidades organolépticas ideais (THORP & KLEIN, 1987). No ponto ideal para consumo, o fruto se desprende do pedúnculo e pode sofrer lesões ao atingir o solo ou chocar-se com os ramos da própria planta (DUCROQUET, 2004).

O ensacamento, realizado logo após o raleio, com sacos de papel manteiga, permite evitar a queda do fruto quando ele se desprende do pedúnculo. Para isso o saco de papel deve estar preso ao ramalhete que deu origem ao fruto. A outra vantagem do ensacamento é que o fruto fica protegido de ataques de insetos, especialmente da mosca-das-frutas (DUCROQUET, 2004).

A utilização de rede, recomendada na Nova Zelândia, também pode ser uma alternativa visando reduzir os danos aos frutos. Esta técnica consiste em estender uma rede abaixo das árvores, a cerca de 30-40cm de altura do chão. Esta rede amortece a queda e facilita o recolhimento dos frutos. No entanto, neste sistema, como no anterior, o fruto é recolhido no ponto de consumo e pode não conservar tanto quanto os frutos colhidos um pouco mais imaturos na planta. Em todos os casos, os frutos devem ser colhidos com todo o cuidado, para chegar em boas condições na mesa do consumidor (THORP & BIELESKI, 2002).

Após a colheita, os frutos devem ser colocados em camadas rasas nas caixas de colheita para evitar danos por compressão, e devem ser refrigerados imediatamente. Portanto, a colheita não pode ser feita em *bins*. Pela mesma razão, embalagens de papelão não são recomendadas para levar o fruto ao mercado, pois não suportam o empilhamento. Caixas de plástico devem ser preferidas (DUCROQUET, 2000).

O ponto de colheita dos frutos desta espécie é determinado através da avaliação na mudança na coloração da epiderme, do verde escuro para verde claro, ou da facilidade do desprendimento do fruto da planta (KADER, 2005). Os frutos devem ser colhidos antes do período de abscisão para assegurar uma melhor qualidade após a colheita (KLEIN & THORP, 1987). Os principais atributos de qualidade estão baseados na cor, forma, tamanho e ausência de defeitos como, danos físicos, cicatrizes, epiderme escura, podridões e danos causados pelo frio (THORP & BIELESKI, 2002).

No ponto de colheita, os valores que podem ser considerados ideais de teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e pH dos frutos variam de 10 a 16%, 0,3 a 1,4% e 3,2 a 4,4, respectivamente, dependendo da cultivar (KADER, 2005).

Os frutos podem ser armazenados na temperatura de 4°C, até 4 ou 5 semanas, dependendo da cultivar e do ponto de maturação, seguido de 5 dias de vida de prateleira a 20°C (THORP & KLEIN, 1987). A exposição do fruto a 0°C por três semanas ou mais pode causar danos por frio ("*chilling injury*") (KADER, 2005).

Na Nova Zelândia, recomenda-se para frutos colhidos no estágio de maturação de desprendimento ao toque (*"touch picking"*), que a soma do número de semanas em câmara fria mais o número de dias na prateleira não ultrapasse cinco (DOWNS et al., 1988). Se o fruto tiver sido armazenado em câmara fria por duas semanas, ele poderá suportar três dias na prateleira. Com quatro semanas, ele terá apenas um dia para chegar ao consumidor com qualidades organolépticas satisfatórias.

A taxa respiratória de frutos colhidos no início da safra são menores que a de frutos colhidos no final da safra (HARMAN, 1987). Em frutos imaturos, a taxa respiratória após a colheita cai lentamente a uma taxa mínima, e em seguida aumenta, com o início do amadurecimento, associado a um aumento na produção de etileno (THORP & BIELESKI, 2002). A taxa de produção de etileno aumenta de 0,1 a 0,4 $\mu\text{L.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ (mínimo de climatérico) para 40 a 50 $\mu\text{L.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ (máximo de climatérico) a 20°C (KADER, 2005). Na pós-colheita, quando os frutos de goiabeira serrana são expostos a concentração de etileno de 10-100 $\mu\text{L.L}^{-1}$, durante 24 horas a 20°C, verifica-se a perda de coloração verde e ocorre o amolecimento do fruto, sem influência no sabor (KADER, 1992).

O uso de várias técnicas de preservação da qualidade pós-colheita, como armazenamento refrigerado (AR), atmosfera controlada (AC), atmosfera modificada (AM), e também o uso de substâncias, tais como, a aminoetoxivinilglicina (AVG) e o 1-metilciclopropeno (1-MCP), podem ser utilizadas para retardar os processos fisiológicos, como a respiração e a síntese e ação do etileno, que promovem o amadurecimento e a senescência dos frutos (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

2.2.1 Utilização de 1-metilciclopropeno (1-MCP)

O composto volátil 1-metilciclopropeno (1-MCP) liga-se de forma irreversível ao sítio receptor do etileno, no retículo endoplasmático, inibindo assim o efeito fisiológico deste hormônio (SEREK et al., 1995).

A inibição da ação do etileno pelo 1-metilciclopropeno (1-MCP) atrasa eficientemente o amadurecimento de frutos climatéricos, tais como a banana, maçã e tomate (ARGENTA et al., 2003).

Os principais benefícios do tratamento de frutos com 1-MCP são a inibição da produção de etileno e da respiração, a manutenção da firmeza de polpa e da acidez, e proteção contra desordens fisiológicas associadas à ação do etileno (DONG et al.,

2001; SINGH & PAL, 2008). O tratamento com 1-MCP também tem sido utilizado na redução dos sintomas de “*chilling injury*” e podridões que ocorrem durante o armazenamento refrigerado (HERSHKOVITZ et al., 2005).

Vários fatores influenciam as respostas dos frutos ao tratamento com 1-MCP, tais como, a concentração e o tempo de exposição ao produto, o estágio de maturação dos frutos, a temperatura de tratamento e o período entre a colheita e a aplicação do tratamento (BLANKENSHIP & DOLE, 2003). A temperatura dos frutos normalmente não é crítica, quando a concentração e a duração do tratamento são suficientes (SISLER & SEREK, 1997).

2.2.2 Armazenamento em atmosfera modificada

A atmosfera modificada (AM) é uma técnica que consiste basicamente no envolvimento do produto em um filme plástico, geralmente polietileno de baixa densidade (PEBD), que visa à alteração da composição do ar que circunda os frutos, diminuindo a pressão parcial de O_2 e aumentando a pressão parcial de CO_2 , e mantendo uma alta umidade relativa (GORRIS & PEPPELENBOS, 1992). A redução do O_2 e o aumento do CO_2 , além de causarem uma diminuição da respiração e, conseqüentemente, do metabolismo dos frutos, também inibem a produção do etileno (KADER, 1989).

A utilização de filmes plásticos no acondicionamento dos frutos acarreta uma melhor apresentação do produto, redução da superfície de abrasão, diminuição do contato do fruto na sua comercialização, diminuição da contaminação durante o manuseio e redução da perda de massa (CIA, 2003). O uso da AM às vezes pode reduzir a incidência de deteriorações e podridões em frutos (FLORES-CANTILLANO, 1998).

Segundo Kader et al. (1989), conforme a permeabilidade do material de embalagem, pode ocorrer o desenvolvimento de “*off flavours*”, em conseqüência da respiração anaeróbica, que leva a um acúmulo de etanol e acetaldeído, geralmente em pressões parciais de O_2 abaixo de 2kPa e pressões parciais de CO_2 acima de 20kPa, dependendo da espécie.

Na seleção do filme plástico, busca-se aquele que permite obter uma pressão parcial de O_2 suficientemente baixa para retardar a respiração, porém suficientemente alta para evitar a respiração anaeróbica. Além disto, deve permitir o

acúmulo de CO₂ em níveis que não causem danos ao produto (BEN-ARIE & ZUTKHI, 1992).

Fatores bioquímicos relacionados ao produto são parâmetros relevantes na especificação da embalagem para frutos e hortaliças, tais como: espécie do vegetal, tipo de cultivo, região de crescimento, massa do vegetal por embalagem, área superficial da embalagem em relação ao peso do produto, e características de permeabilidade do filme aos gases e ao vapor d'água (ASHLEY, 1986).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de colheita dos frutos e de execução do trabalho.

Os frutos de goiabeira serrana foram colhidos em um pomar comercial localizado no município de São Joaquim, SC, em abril de 2008. Foram colhidos frutos provenientes de uma mistura de clones, através da técnica do “*touch picking*”.

Após a colheita, os frutos foram encaminhados até o Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita da EPAGRI, no município de Caçador, SC, sendo selecionados de acordo com o tamanho e uniformidade, e descartados os que apresentavam danos físicos visíveis.

3.2 Experimento 1: Padrão de amadurecimento e alterações de qualidade da goiaba serrana após a colheita.

Os frutos receberam tratamento com 1-MCP ($1\mu\text{L.L}^{-1}$) ou etileno ($70\mu\text{L.L}^{-1}$), durante 24 horas, em minicâmara hermética (1m^3), além do controle. Posteriormente, os frutos foram armazenados em câmara à temperatura de $23\pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $75\pm 5\%$, durante 15 dias.

O gás de 1-MCP foi gerado no interior da minicâmara misturando-se SmartFresh™ (0,14% de 1-MCP na formulação pó) e água num frasco de $\approx 0,5\text{L}$. Para facilitar a liberação de 1-MCP na atmosfera, o ar da câmara foi ejetado na solução por aproximadamente 15 minutos, usando-se uma bomba de pressão/vácuo acoplada ao frasco. A concentração de 1-MCP no ar da câmara de tratamento foi analisada por cromatografia, usando-se 1-MCP como padrão (ARGENTA et al., 2003).

Durante o armazenamento, os frutos foram avaliados diariamente quanto às taxas respiratórias e de produção de etileno. Com 0, 3, 6, 12 e 15 dias de armazenamento foram feitas avaliações da cor da epiderme, teor de sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT).

Para análise das taxas respiratórias e produção de etileno, uma amostras de seis frutos foram colocados em jarras de 4L, com fluxo constante de ar comprimido ($120\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$), livre de etileno, a 23°C . No decorrer do tempo os frutos que apresentavam podridões e manchas severas na epiderme eram removidos das jarras. No ar efluente foram analisadas as concentrações de CO_2 e etileno, por meio de um cromatógrafo a gás (Shimadzu 14B, Japão), equipado com metanador (Shimadzu, MTN-1) detector de ionização de chama e coluna de aço inoxidável (de 0,6m e diâmetro interno de 2mm), empacotada com Poropak Q, 80 a 100 mesh (Supelco, Bellefonte, EUA). As temperaturas do forno, do detector, do metanador e do injetor foram de 45, 120, 300 e 110°C , respectivamente. Os fluxos de gases N_2 (Nitrogênio), H_2 (Hidrogênio) e ar utilizados foram de 70, 30 e $300\text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$, respectivamente (ARGENTA et al., 2003).

As avaliações da cor da epiderme foram feitas com um colorímetro Minolta CR-300. Foram feitas duas leituras por fruto, na região equatorial, e os resultados expressos em ângulo 'hue' (h°).

Os valores de SS e AT foram determinados através de suco preparado com espremedor tipo Champion (Plastaket Mfg). O teor de SS ($^{\circ}\text{Brix}$) foi medido usando-se refratômetro digital com compensação automática de temperatura (Atago, Japão). A AT (% de ácido cítrico) foi determinada utilizando-se 5 mL do suco do fruto, diluído em 20 mL de água destilada, sendo esta solução titulada com NaOH 0,1N até pH 8,1, usando um titulador automático (Radiometer Analytical, Dinamarca).

Após o armazenamento, também foi avaliado o desenvolvimento de escurecimento da polpa, manchas externas na epiderme e podridões dos frutos, atribuindo-se notas de 1 a 4, pela análise visual, sendo 1-ausente, 2-inicial (10 a 30% da superfície do fruto), 3-moderada (40 a 60%) e 4-severa (70 a 100%).

O experimento seguiu o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo cada repetição constituída por oito frutos. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de comparação de médias (teste LSD; $P < 0,05$) utilizando o programa SAS (SAS Institute, 2002).

3.3 Experimento 2: Qualidade pós-colheita de goiaba serrana submetida ao tratamento com 1-MCP e ao armazenamento a 4°C em diferentes embalagens.

Os frutos foram tratados ou não com 1-MCP ($1 \mu\text{L.L}^{-1}$), durante 24 horas, em minicâmara hermética, conforme metodologia descrita no Experimento 1.

Frutos tratados ou não com 1-MCP foram deixados em atmosfera do ar (tratamento controle) ou acondicionados em embalagens seladas, com três tipos de filmes plásticos: polietileno de baixa densidade (PEBD) com aditivo e espessura de 30 μm ; PEBD com aditivo e espessura de 50 μm ; e polietileno de baixa densidade linear (PEBDL) com aditivo e espessura 30 μm (Braskem®- PE Triunfo). Os frutos foram posteriormente armazenados à temperatura de $4^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $90\pm 5\%$.

Após 2, 3 e 4 semanas de armazenamento refrigerado, foram efetuadas leituras das concentrações de CO_2 e etileno de amostras coletadas no interior das embalagens. Após, foi feita a abertura das embalagens, deixando os frutos durante 48 horas à temperatura de $23^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$, para simular a comercialização. Após este período, analisou-se as taxas de produção de etileno, a taxa respiratória, o teor de SS, a AT, a cor da epiderme, e o desenvolvimento de escurecimento da polpa, manchas na epiderme e podridões, segundo metodologia descrita para o Experimento 1.

O experimento seguiu o delineamento experimental inteiramente casualizado, segundo um fatorial 2 x 4 (doses de 1-MCP e filmes plásticos), com quatro repetições, sendo cada repetição constituída por oito frutos. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de comparação de médias (teste de LSD; $P < 0,05$) utilizando o programa SAS (SAS Institute, 2002).

3.4 Experimento 3: Qualidade da goiaba serrana tratada com diferentes doses de 1-MCP.

Os frutos foram tratados com 1-MCP, nas doses de 0,0; 0,5; 1,0; 2,0 e 4,0 $\mu\text{L.L}^{-1}$, durante 24 horas, em minicâmaras herméticas. O tratamento com 1-MCP, nas diferentes doses, foi efetuado conforme metodologia descrita no Experimento 1. Após o tratamento, os frutos foram armazenados em atmosfera refrigerada (AR), na temperatura de $4^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $90\pm 5\%$, durante três semanas. Após este período de armazenamento, os frutos foram retirados da câmara, deixados

durante 48 horas à temperatura $23^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e então avaliados quanto à cor de fundo da epiderme, teor de SS, AT e o desenvolvimento de escurecimento da polpa, manchas na epiderme e podridões, segundo metodologia descrita no Experimento 1.

O experimento seguiu o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo cada repetição constituída por oito frutos. Os dados foram analisados utilizando o programa SAS (SAS Institute, 2002). O efeito das doses de 1-MCP para cada atributo foi analisado através de contrastes ortogonais polinomiais (linear e quadrático), ao nível de significância de 5%.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento 1: Padrão de amadurecimento e alterações de qualidade da goiaba serrana após a colheita.

Durante o armazenamento a 23°C, foi possível observar que os frutos exibiram um padrão respiratório do tipo climatérico, caracterizado por um aumento na atividade respiratória, atingindo um pico entre o 4º e o 5º dia após a colheita, com valor de aproximadamente 2.900 $\mu\text{mol de CO}_2\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$, seguido de redução, até aproximadamente 420 $\mu\text{mol de CO}_2\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ (Figura 3). Resultados similares foram obtidos por Galvis (2003) com frutos de goiaba serrana cultivadas na Colômbia, que apresentaram pico climatérico por volta do 5º dia de armazenamento em temperatura ambiente, apresentando uma alta atividade respiratória comparada a outros frutos climatéricos. Azzolini (2005) trabalhando com goiabas Pedro Sato, na temperatura de 23°C, obteve valores máximos durante o climatério de 863 $\mu\text{mol de CO}_2\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$, inferiores ao da goiaba serrana.

A aplicação de etileno reduziu sensivelmente a taxa respiratória no climatério em relação ao controle, contrariando diversos estudos, nos quais o etileno é tido como um indutor do climatério respiratório, mesmo em concentrações muito baixas (SALTVEIT, 2004).

Houve diferenças significativas entre o tratamento controle e o tratamento com 1-MCP durante o pico climatérico, mas após esse período, as taxas respiratórias nos três tratamentos foram muito semelhantes. A taxa respiratória máxima dos frutos tratados com 1-MCP (entre o 4º e 5º dia) foi menor que os frutos controle (Figura 3), comportamento já demonstrado em diversos estudos, mostrando que o tratamento com 1-MCP pode reduzir a taxa respiratória no pico climatérico e a produção de etileno, dependendo da espécie e das condições de armazenamento (WATKINS, 2000).

A redução na respiração após o climatério foi mais gradual em frutos tratados com 1-MCP. Aos 15 dias, os frutos tratados com 1-MCP apresentaram maior taxa

respiratória que os demais tratamentos. Esse comportamento sugere que os frutos dos outros tratamentos encontravam-se em estado mais avançado de senescência. A diminuição da atividade respiratória na fase considerada pós-climatérica, que pode ser observada após o 7º dia de armazenamento, representa a perda da capacidade homeostática da mitocôndria em virtude da senescência (ROMANI, 1984).

De acordo com Sisler & Serek (1997), os efeitos do 1-MCP incluem o atraso na senescência em diversos frutos e hortaliças, o que reflete uma extensão da vida útil desses produtos.

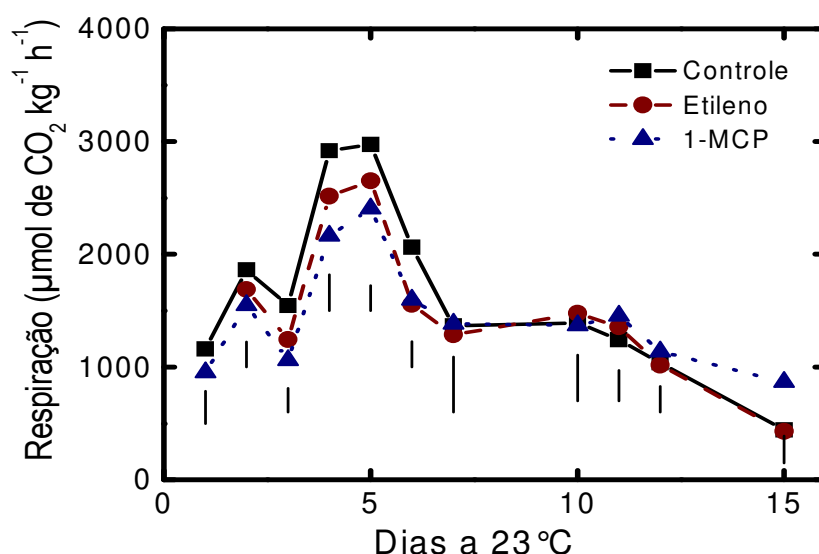


Figura 3 - Taxa respiratória em frutos de goiabeira serrana, tratados ou não com 1-MCP ou etileno e armazenados a temperatura de 23°C. Diferenças mínimas significativas entre os tratamentos, em cada data de avaliação, foram calculadas pelo teste LSD ($P < 0,05$).

As taxas de produção de etileno aumentaram em todos os tratamentos a partir da colheita, sendo máxima entre o 7º e o 10º dia de armazenamento, dependendo do tratamento utilizado (Figura 4). Houve diferenças significativas entre o controle e o tratamento com etileno em algumas avaliações. Durante todo o período de armazenamento, o tratamento controle apresentou a maior produção de etileno em relação aos frutos que foram tratados com este gás. A aplicação de etileno exógeno não proporcionou um aumento da produção deste fito-hormônio nos frutos (Figura 4), comportamento muito observado em frutos não climatéricos.

Em frutos climatéricos, a transcrição de um grande número de genes é ativada pelo etileno durante o amadurecimento. A falta de resposta a aplicação do

etileno exógeno, normalmente é observada em frutos não climatéricos, pois neste caso, apenas alguns genes têm a expressão aumentada pela aplicação de etileno (FINGER & VIEIRA, 2002).

Os frutos tratados com 1-MCP apresentaram menor produção de etileno em relação ao tratamento controle somente entre o 3º e o 6º dia de armazenamento (Figura 4). Após esse período a produção foi muito semelhante ao tratamento controle. Isto parece mostrar que em goiaba serrana, o amadurecimento não é totalmente bloqueado na presença do 1-MCP, o que possivelmente deve-se a produção de novos sítios receptores de etileno durante o amadurecimento, que permite a contínua ação deste hormônio (YEN et al., 1995).

A menor produção de etileno no início do período de armazenamento pode ser devido à menor atividade da ACC-sintetase, ou a menor sensibilidade dos frutos a esse fito-hormônio, em função do estágio de desenvolvimento do fruto (YANG, 1985). A menor sensibilidade ao etileno está relacionada ao menor número de sítios receptores presentes no tecido, que aumenta durante o amadurecimento (SALTVEIT, 2004).

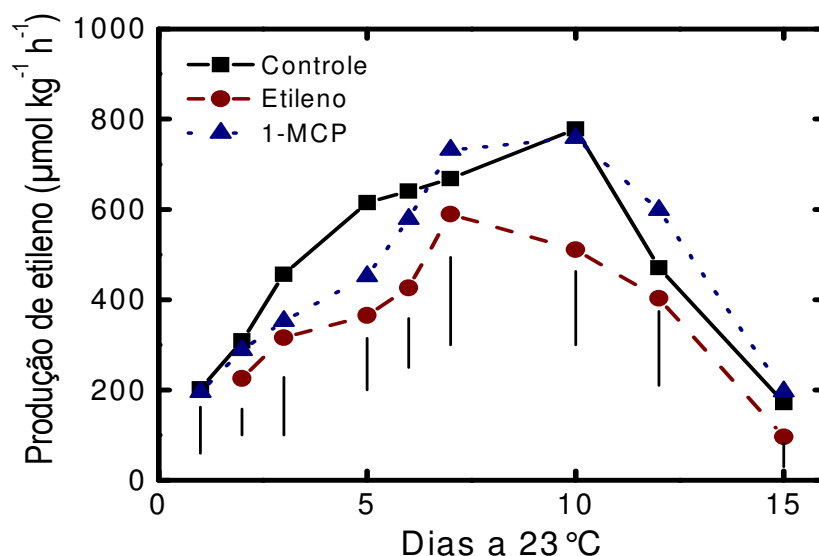


Figura 4 - Taxa de produção de etileno em frutos de goiabeira serrana, tratados ou não com 1-MCP ou etileno e armazenados a temperatura de 23°C. Diferenças mínimas significativas entre os tratamentos, em cada data de avaliação, foram calculadas pelo teste LSD ($P < 0,05$).

Não houve diferença entre tratamentos para os teores de SS (Figura 5). Observou-se uma diminuição nos teores de SS em todos os tratamentos,

contrariando trabalhos que mostram para a maioria dos frutos da família Myrtaceae, um aumento neste atributo durante o armazenamento (HERNÁNDEZ, 2009).

Após quatro dias de armazenamento, o tratamento com etileno manteve os menores teores de SS, demonstrando que os frutos estavam em avançado estágio de amadurecimento (Figura 5). No entanto, Mercado-Silva et al. (1998) verificaram que o teor de SS em goiaba comum não representa um bom índice na caracterização do amadurecimento dos frutos.

Assim como o teor de SS, a AT dos frutos também diminuiu com o amadurecimento (Figura 5). Até o 6º dia de armazenamento os frutos tratados com etileno apresentaram os menores valores de AT. Após esse período, os frutos tratados com 1-MCP apresentaram uma menor AT.

Aos 12 e 15 dias de armazenamento, a AT foi maior no tratamento controle do que no tratamento com 1-MCP (Figura 5). O tratamento com 1-MCP apresentou uma diminuição da AT nos primeiros dias de armazenamento, mas após esse período a diminuição foi mais acentuada. De acordo com Blankenship & Dole (2003), o efeito do 1-MCP sobre a manutenção da AT é variável entre espécies.

Verificou-se uma tendência de maior diminuição de SS e AT no período de máxima produção de etileno. Em várias cultivares de goiaba se observa uma maior queda na AT dos frutos após o climatério respiratório (MERCADO-SILVA, 1998). Os valores de AT e SS diminuem durante o amadurecimento devido à utilização de ácidos orgânicos e de parte dos açúcares como substratos para o processo respiratório (WILLS et al., 1998).

É importante salientar que em goiaba serrana, a perda de sabor e da qualidade dos frutos está associada principalmente com a diminuição do teor de SS e da AT (KLEIN & THORP, 1987).

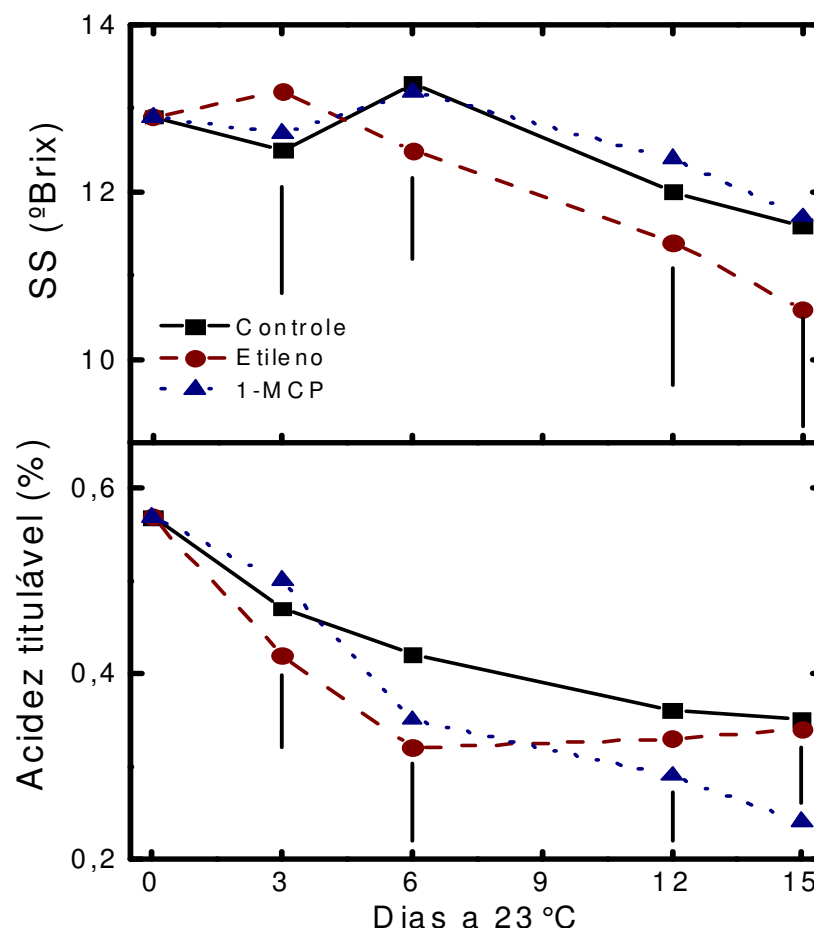


Figura 5 - Teor de sólidos solúveis (°Brix) e acidez titulável (%) em frutos de goiabeira serrana, tratados ou não com 1-MCP ou etileno e armazenados a temperatura de 23°C. Diferenças mínimas significativas entre os tratamentos, em cada data de avaliação, foram calculadas pelo teste LSD ($P < 0,05$).

Em relação à cor da epiderme, houve diferenças significativas entre os três tratamentos a partir do 6º dia de armazenamento. De uma maneira geral, os frutos do tratamento controle apresentaram os menores valores de h^o , o que demonstra um maior amarelecimento dos frutos (Figura 6).

O tratamento com etileno apresentou valores de h^o superiores ao tratamento controle, ao contrário do que se esperava. De acordo com Wills et al. (1998), o etileno promove o aumento da atividade das enzimas clorofilases, responsáveis pela degradação da clorofila, e também induz a síntese de novas enzimas responsáveis pela biossíntese de carotenóides.

A partir do 6º dia de armazenamento (Figura 6), o tratamento com 1-MCP foi mais eficiente na preservação da cor verde dos frutos (Figura 6), provavelmente inibindo a atividade das enzimas clorofilases (WATKINS, 2006). Muitos autores já observaram que quanto maior a concentração e o tempo de exposição dos frutos ao 1-MCP, maior sua eficácia na manutenção da coloração da epiderme (BLANKENSHIP, 2001). A degradação da clorofila foi inibida ou retardada em várias espécies vegetais tratadas com 1-MCP (BLANKENSHIP & DOLE, 2003).

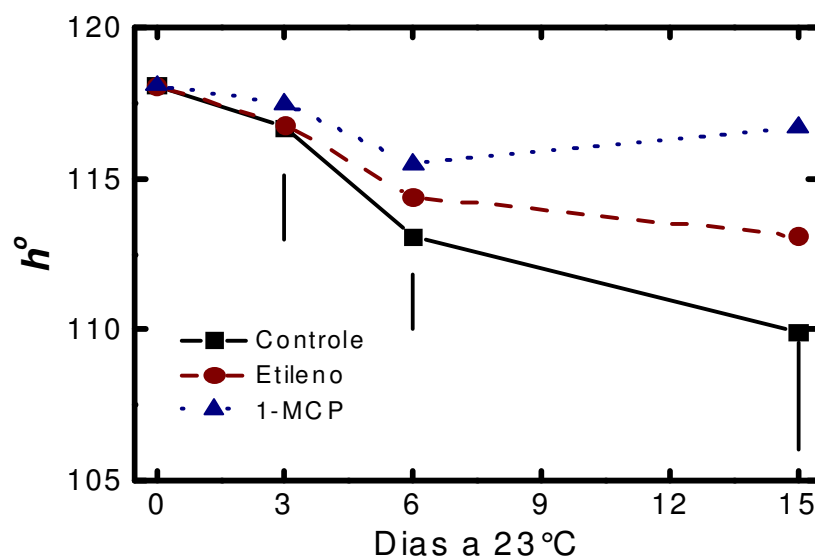


Figura 6 - Alteração na cor da epiderme (h^a) em frutos de goiabeira serrana tratados ou não com 1-MCP ou etileno e armazenados a temperatura de 23°C. Diferenças mínimas significativas entre os tratamentos, em cada data de avaliação, foram calculadas pelo teste LSD ($P < 0,05$).

A rápida deterioração da qualidade dos frutos de goiabeira serrana no decorrer do tempo foi ocasionada pelo desenvolvimento acentuado de diferentes distúrbios na epiderme, caracterizados por manchas escuras superficiais, acompanhadas de inúmeros pontos escuros (mancha superficial; Apêndice A) e manchas escuras levemente deprimidas, principalmente na região mediana dos frutos (mancha deprimida; Apêndice B), escurecimento da polpa (Apêndice C), escurecimento do parênquima externo (Apêndice D) e podridões (Apêndice E).

No decorrer do armazenamento houve um desenvolvimento acentuado no escurecimento da polpa, principalmente nos frutos tratados com etileno (Figura 7). Não houve diferenças significativas entre os tratamentos até o 12º dia, porém, após

o 15º dia, o escurecimento da polpa foi maior em frutos tratados com etileno do que naqueles tratados com 1-MCP e o controle.

O escurecimento da polpa, observado nos três tratamentos, é considerado um sintoma comum que ocorre durante o amadurecimento de goiaba serrana (KLEIN & THORP, 1987). Ele pode ser ocasionado principalmente pelo aumento da atividade da enzima polifenoloxidase (PPO) no fruto (THORP & BIELESKI, 2002), ou pela degradação dos açúcares, e intensificado pelas condições de alta temperatura e baixa umidade relativa durante o armazenamento (RODRIGUEZ et al., 2006).

De acordo com Chong et al. (2005), o escurecimento da polpa em frutos de nêspera tratados com etileno foi significativamente mais elevado do que os frutos tratados com 1-MCP, visto que o etileno aumenta a atividade da enzima PPO.

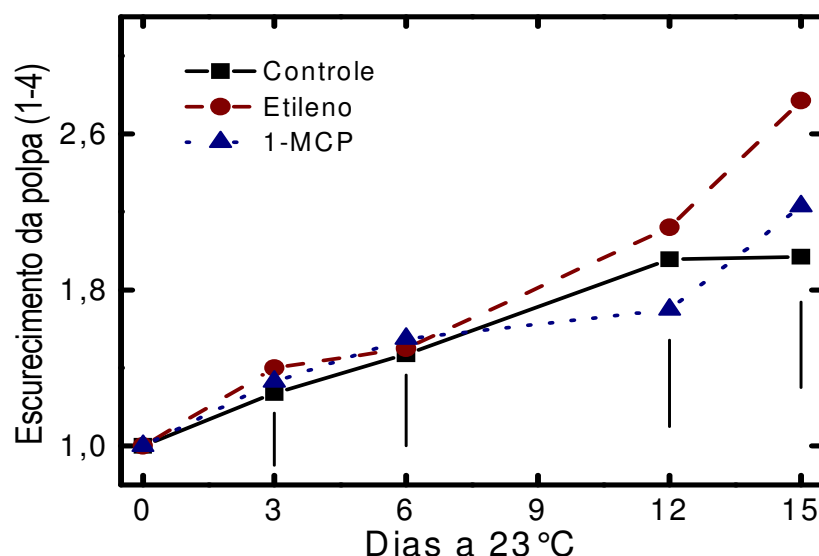


Figura 7 - Incidência de escurecimento da polpa (1-4) em frutos de goiabeira serrana tratados ou não com 1-MCP ou etileno e armazenados a temperatura de 23°C. Diferenças mínimas significativas entre os tratamentos, em cada data de avaliação, foram calculadas pelo teste LSD ($P < 0,05$).

As podridões se apresentaram inicialmente como pequenos pontos escuros, principalmente na região do cálice, e com o decorrer do tempo formaram extensas áreas escuras de tecido.

O tratamento controle apresentou a maior incidência de podridões durante quase todo o período de armazenamento. Aos 15 dias, o tratamento com 1-MCP apresentou a maior severidade de podridões. Porém, os frutos tratados com etileno

apresentaram comportamento muito semelhante aos frutos tratados com 1-MCP, não ocorrendo diferença significativa entre eles em todas as datas de avaliação (Figura 8).

A aplicação de etileno exógeno pode induzir a resistência, a suscetibilidade ou não ter nenhum efeito sobre a doença, dependendo da interação patógeno-hospedeiro estudado (ESQUERRÉ-TUGAYÉ & LAMPORT, 1979). O etileno também pode estimular a síntese de enzimas (glucanase e quitinase), as quais atuam na quebra das paredes celulares dos fungos, indicando que elas podem fazer parte da resistência a doenças pós-infeccionais (ABELES et al., 1992).

O aumento na incidência de podridões pode estar relacionado ao amadurecimento dos frutos desencadeado pelo etileno, pois este fitorregulador torna os frutos mais susceptíveis ao ataque de patógenos (KADER, 1986).

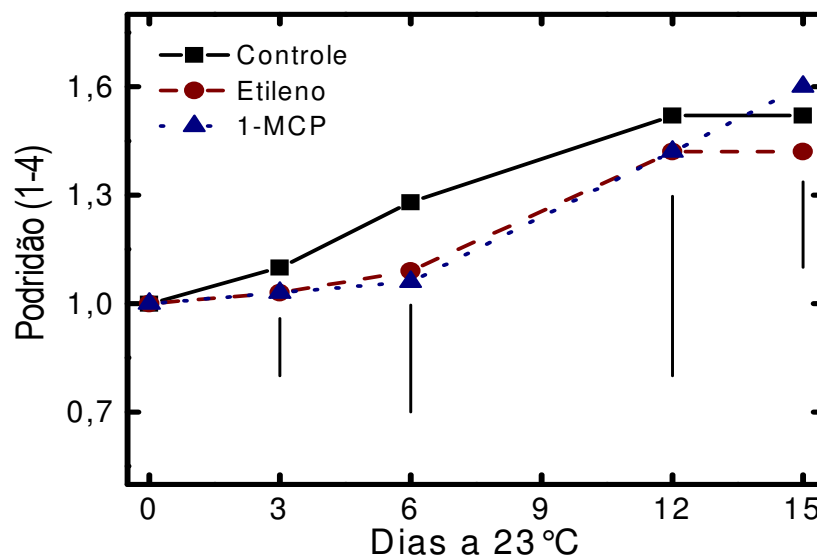


Figura 8 - Incidência de podridões (1-4) em frutos goiabeira serrana tratados ou não com 1-MCP ou etileno e armazenados a temperatura de 23°C. Diferenças mínimas significativas entre os tratamentos, em cada data de avaliação, foram calculadas pelo teste LSD ($P < 0,05$).

Durante o armazenamento, houve um aumento na incidência de manchas superficiais, principalmente após o 6º dia a 23°C (Figura 9). Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos. Porém, após 12 dias de armazenamento, os frutos tratados com etileno apresentaram uma incidência de manchas superficiais ligeiramente superior aos outros tratamentos (Figura 9).

Já para as manchas deprimidas, houve diferenças significativas entre os tratamentos no 15º dia de armazenamento, sendo maior no tratamento controle (Figura 9). Pode-se observar que o tratamento com 1-MCP reduziu sensivelmente o aumento das manchas na epiderme, que surgem possivelmente por danos nos frutos durante a colheita ou manuseio, mas sem o rompimento da epiderme (THORP & BIELESKI, 2002).

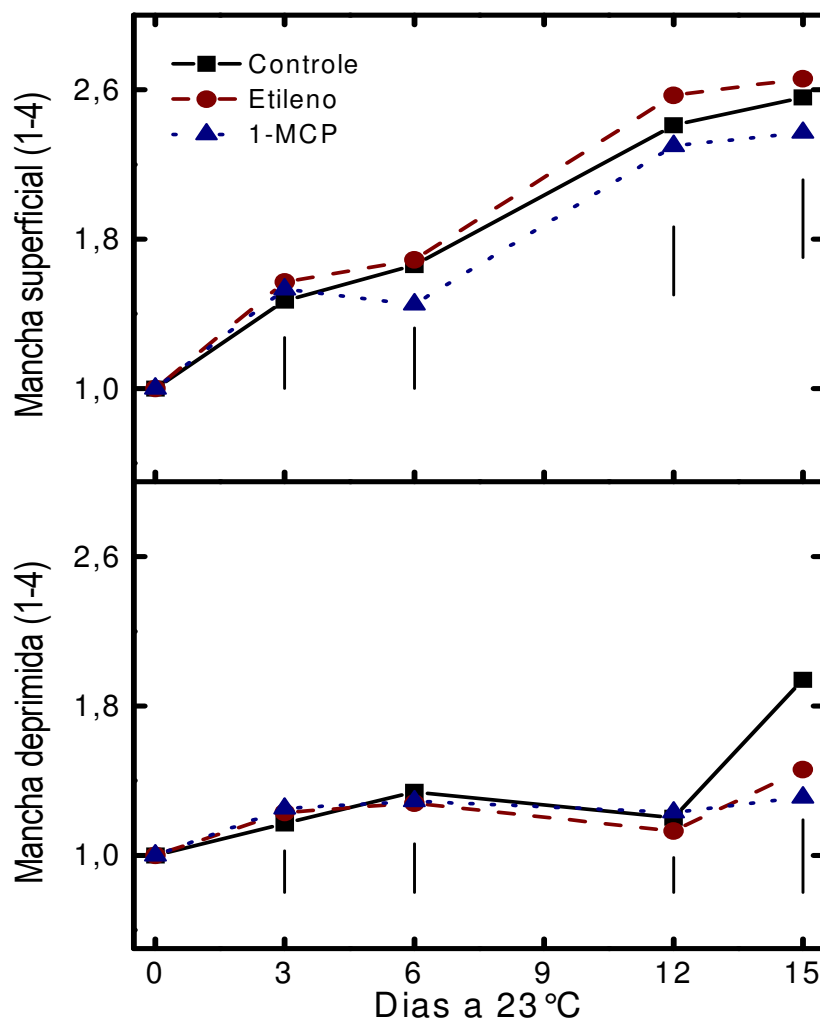


Figura 9 - Incidência de mancha superficial e mancha deprimida (1-4) em frutos de goiabeira serrana tratados ou não com 1-MCP ou etileno e armazenados a temperatura de 23°C. Diferenças mínimas significativas entre os tratamentos, em cada data de avaliação, foram calculadas pelo teste LSD ($P < 0,05$).

De acordo com Thorp & Bielecki, 2002, na Nova Zelândia, tanto as manchas superficiais quanto as deprimidas, normalmente não produzem sinais aparentes no momento da colheita, mas durante o processo de amadurecimento e senescência

elas se tornam visíveis e resultam em sérios danos externos nos frutos, além de ocasionarem a depreciação destes no momento da comercialização.

Não foi observada incidência de escurecimento do parênquima externo nos frutos armazenados a temperatura de 23°C.

4.2 Experimento 2: Qualidade pós-colheita de goiaba serrana submetida ao tratamento com 1-MCP e ao armazenamento a 4°C em diferentes embalagens.

De uma maneira geral, houve uma diminuição no teor de SS durante o armazenamento refrigerado (Figura 10). Os frutos tratados com 1-MCP, até a segunda semana, apresentaram os maiores valores de SS, mas após esse período o teor de SS apresentou um decréscimo e ficou abaixo dos frutos não tratados, dependendo do filme utilizado.

Os frutos que não foram tratados com 1-MCP conseguiram manter altos teores de SS durante as quatro semanas de armazenamento (Figura 10). Não houve diferenças nos teores de SS entre os filmes utilizados, nos frutos que não receberam tratamento com 1-MCP. Todavia, em frutos tratados com 1-MCP, houve diferenças após a terceira semana de armazenamento, sendo que os frutos que estavam sem as embalagens (Ar) exibiram os maiores valores de SS (Figura 10).

Os frutos que foram mantidos dentro das embalagens de polietileno tiveram um maior decréscimo nos teores de SS (Figura 10). Os menores valores foram observados após quatro semanas de armazenamento, principalmente nos frutos que estavam acondicionados no filme de PEBD com espessura de 50µm (Figura 10).

Nos frutos tratados com 1-MCP, houve efeito significativo do filme utilizado e das datas de avaliação, porém houve interação entre estes dois fatores. Já para os frutos sem o tratamento com 1-MCP, não houve efeito de nenhum dos fatores (dados não apresentados).

A AT também diminuiu durante o armazenamento, dependendo do filme utilizado, sendo a queda mais acentuada nos frutos não tratados com o 1-MCP (Figura 10). Frutos tratados com 1-MCP e acondicionados em filme de PEBD com espessura de 30µm apresentaram as menores reduções de AT, porém não houve diferenças entre os filmes (Figura 10).

Nos tratamentos sem o 1-MCP, observou-se um maior decréscimo nos valores de AT entre a 3ª e a 4ª semana, sendo que os frutos não embalados (Ar)

exibiram os maiores valores de AT, e os frutos embalados em filme de PEBD com espessura de 50 μ m apresentaram maior redução (Figura 10).

Para a AT, nos frutos tratados com 1-MCP, houve efeito significativo de filme plástico e da data de avaliação. Já para os frutos sem tratamento com 1-MCP, não houve efeito de filme e da data de avaliação (dados não apresentados).

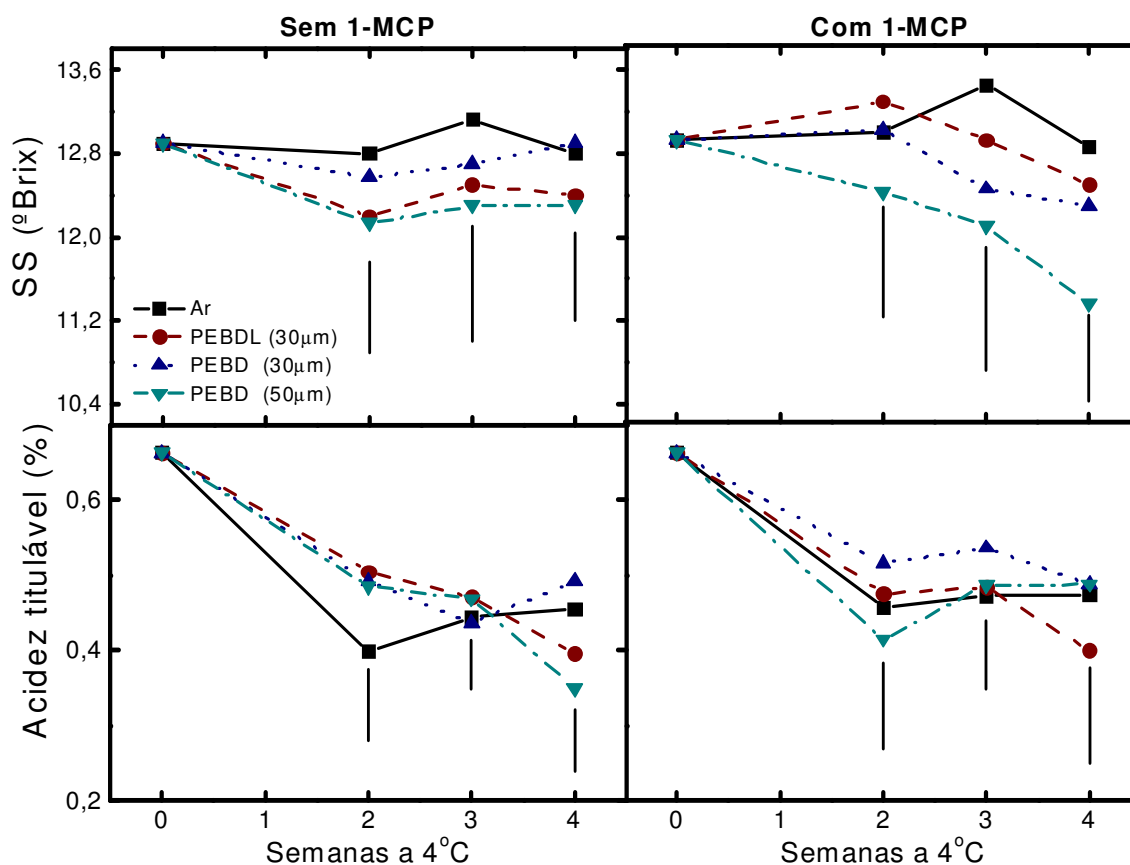


Figura 10 - Teor de sólidos solúveis (° Brix) e acidez titulável (%) em frutos de goiabeira serrana, com ou sem tratamento com 1-MCP, e acondicionados em diferentes tipos de embalagens, durante armazenamento a 4°C. Diferenças mínimas significativas entre os tratamentos, em cada data de avaliação, foram calculadas pelo teste LSD ($P<0,05$).

O decréscimo nos teores de AT e de SS nos frutos de goiabeira serrana, está muito relacionado ao consumo dos açúcares e de ácidos orgânicos no processo respiratório durante o amadurecimento (TUCKER, 1993). A perda do sabor da goiaba serrana está muito associada a uma lenta redução na AT e no teor de SS durante o armazenamento a 4°C, e a súbita diminuição no teor de SS durante a vida de prateleira a 20°C (THORP & BIELESKI, 2002).

Em relação à cor da epiderme, houve diferenças significativas entre os frutos com e sem tratamento com 1-MCP (dados não apresentados). Em frutos tratados com 1-MCP houve pequena diminuição nos valores de h^a durante as quatro semanas de armazenamento (Figura 11). Isso demonstra que o 1-MCP, através da inibição da ação do etileno, inibe a atividade das enzimas clorofilases. O aumento da atividade desta enzima está geralmente associada à produção de etileno durante o amadurecimento do fruto (TUCKER, 1993).

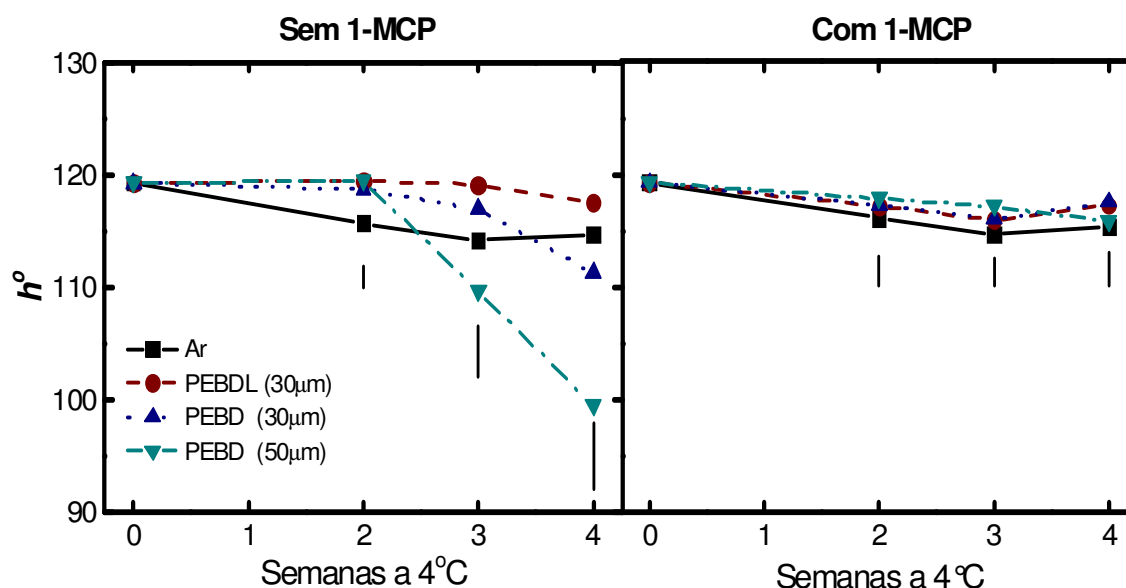


Figura 11 - Alteração na cor de fundo da epiderme (h^a) em frutos de goiabeira serrana, com ou sem tratamento com 1-MCP, e acondicionados em diferentes tipos de embalagens, durante armazenamento a 4°C. Diferenças mínimas significativas entre os tratamentos, em cada data de avaliação, foram calculadas pelo teste LSD ($P < 0,05$).

Em frutos não tratados com 1-MCP, foi observada uma diminuição dos valores de h^a , principalmente quando acondicionados em filme de PEBD com espessura de 50µm (Figura 11). A coloração amarelada nos frutos normalmente é observada quando os frutos atingem h^a menor que 100. Todavia, a diminuição do h^a foi ocasionada por um escurecimento na epiderme, possivelmente causada pelo excesso de CO₂ ou outras substâncias no interior das embalagens, principalmente na embalagem PEBD com espessura de 50µm (Figura 15).

Para os frutos sem o tratamento com 1-MCP houve efeito significativo de filme plástico, de data de avaliação, e houve interação entre estes dois fatores no valor de

h^º. Em frutos tratados com 1-MCP não houve efeito significativo em nenhum destes fatores para esta variável (dados não apresentados).

Os principais processos envolvidos na perda da coloração verde dos frutos durante o amadurecimento são a desintegração dos cromoplastos e as membranas dos tilacóides, ocorrendo uma rápida degradação da clorofila. Dessa forma, os carotenóides previamente presentes nos tecidos tornam-se visíveis ou também são sintetizados (CROSS, 1987).

A maior incidência de manchas superficiais foram encontradas principalmente após duas semanas de armazenamento, tanto nos frutos tratados como nos frutos não tratados com 1-MCP (Figura 12). Foi possível observar que, em ambos os tratamentos, houve diferenças significativas entre os filmes na terceira e quarta semanas de armazenamento. O filme plástico que aparentemente foi mais eficiente na inibição do avanço das manchas superficiais foi o PEBD com espessura de 30µm (Figura 12), possivelmente por possuir uma maior permeabilidade ao O₂ e CO₂.

Assim como as manchas superficiais, as manchas deprimidas apresentaram um aumento após a terceira semana de armazenamento, tanto nos frutos tratados como nos não tratados com 1-MCP (Figura 12). A maior incidência de manchas deprimidas ocorreu nos frutos que não foram acondicionados em embalagem de polietileno (Ar).

Tanto as manchas superficiais quanto as manchas deprimidas não produzem sinais aparentes no momento da colheita, mas durante o processo de amadurecimento e senescência elas se tornam visíveis e resultam em sérios danos aos frutos (THORP & BIELESKI, 2002).

Foi possível verificar que o tratamento com 1-MCP inibiu sensivelmente a severidade das manchas na epiderme nos filmes com espessura de 30µm. Tanto para as manchas superficiais quanto para as manchas deprimidas, nos frutos tratados ou não com 1-MCP, houve efeito significativo de filme plástico, de data de avaliação e houve interação entre estes dois fatores (dados não apresentados).

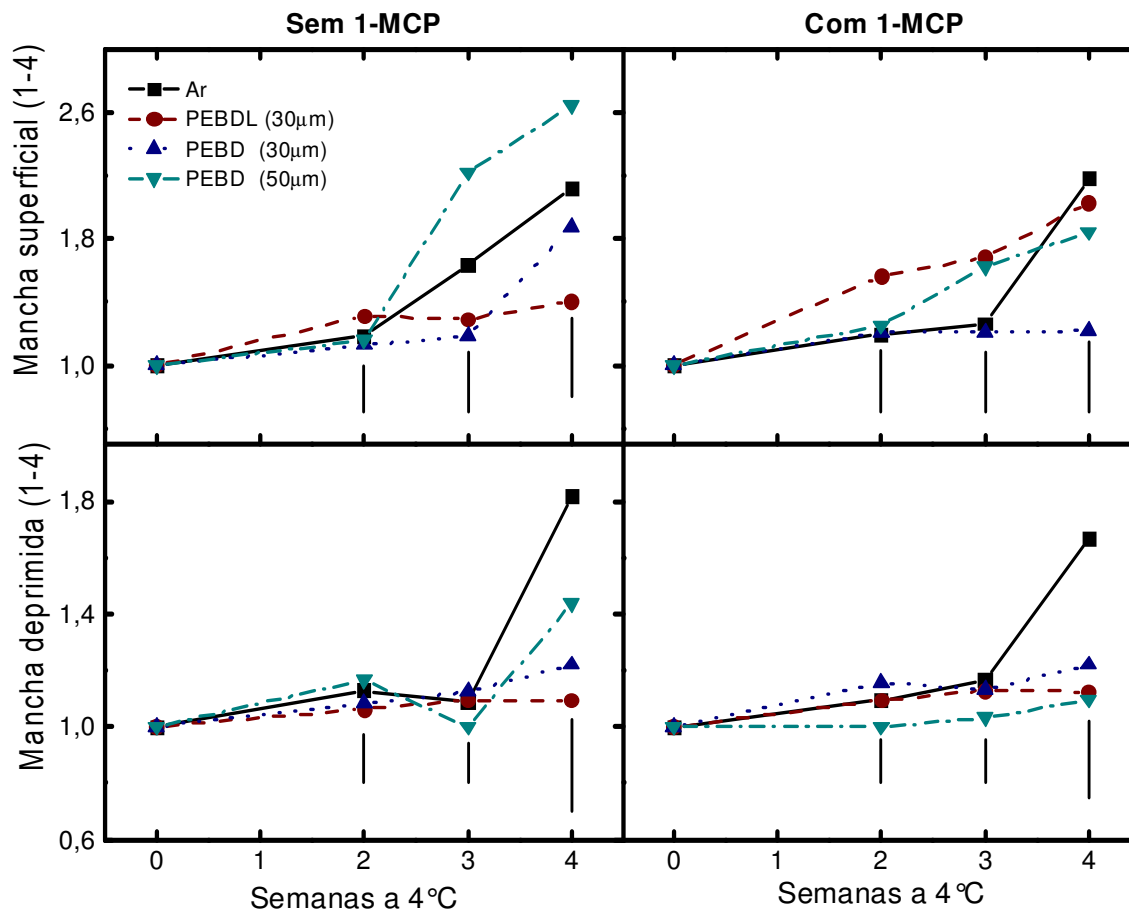


Figura 12 - Incidência de mancha superficial e mancha deprimida (1-4) em frutos de goiabeira serrana, com ou sem tratamento com 1-MCP, e acondicionados em diferentes tipos de embalagens, durante armazenamento a 4°C. Diferenças mínimas significativas entre os tratamentos, em cada data de avaliação, foram calculadas pelo teste LSD ($P < 0,05$).

O escurecimento da polpa aumentou com o tempo de armazenamento em todos os tratamentos (Figura 13). A menor incidência de escurecimento da polpa ocorreu nos frutos tratados com 1-MCP e que não foram embalados (Ar) (Figura 13). Nos frutos tratados com 1-MCP houve efeito significativo do filme utilizado, da data de avaliação e houve interação entre estes dois fatores (dados não apresentados). No entanto, nos frutos não tratados com 1-MCP, não houve efeito de nenhum destes fatores (dados não apresentados).

Houve maior escurecimento da polpa, após a segunda semana de armazenamento, nos frutos sem tratamento com 1-MCP e acondicionados em filme de PEBD com espessura de 50 μm (Figura 13). O escurecimento da polpa é considerado um sintoma comum que ocorre ao longo do amadurecimento dos frutos de goiabeira serrana (KLEIN & THORP, 1987). Ele pode se desenvolver após o corte, e quase que imediatamente pode-se observar um escurecimento entre os

lóculos da polpa, principalmente pelo aumento da atividade da enzima PPO no interior do fruto (THORP & BIELESKI, 2002). Com o corte ocorre o rompimento das células e liberação de enzimas que catalisam a reação entre o oxigênio e os polifenóis, provocando o escurecimento (GORNÝ, 2002).

O escurecimento do parênquima externo também aumentou no decorrer do armazenamento, e houve diferenças significativas entre os frutos tratados ou não com 1-MCP (dados não apresentados). Os frutos tratados com 1-MCP apresentaram uma menor incidência de escurecimento do parênquima externo em relação aos frutos não tratados com 1-MCP. No entanto, em ambos, o sintoma foi ausente nos frutos que estavam sem as embalagens, demonstrando que o baixo oxigênio no interior destas favorece o desenvolvimento deste distúrbio.

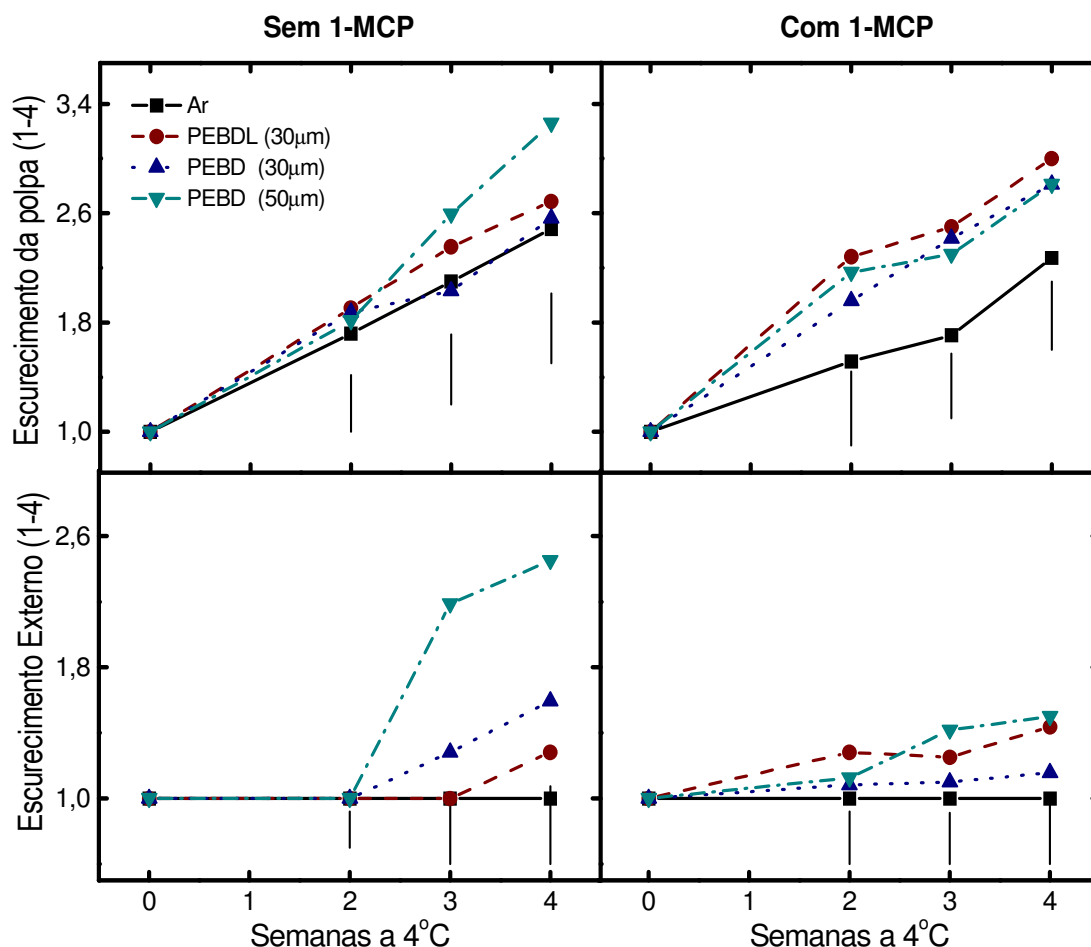


Figura 13 - Incidência de escurecimento da polpa e escurecimento do parênquima externo (1-4) em frutos de goiabeira serrana, com ou sem tratamento com 1-MCP, e acondicionados em diferentes tipos de embalagens, durante armazenamento a 4°C. Diferenças mínimas significativas entre os tratamentos, em cada data de avaliação, foram calculadas pelo teste LSD ($P < 0,05$).

Coincidentemente, o filme menos permeável aos gases, o PEBD com espessura de 50 μm , foi o que resultou em maior incidência de escurecimento do parênquima externo (Figura 13). Segundo Thorp & Bielecki (2002), esses danos na região do parênquima externo dos frutos são ocasionados por excesso de CO_2 . Isto pode explicar a maior incidência de escurecimento do parênquima externo nos frutos que estavam acondicionadas nas embalagens.

Para o escurecimento do parênquima externo em frutos tratados com 1-MCP, houve efeito significativo somente para filme plástico, sendo que, em frutos não tratados com 1-MCP, houve efeito de filme, de data de avaliação, e houve interação entre estes dois fatores (dados não apresentados).

Tanto o escurecimento da polpa quanto o escurecimento do parênquima externo podem ser causados pela excessiva redução nos níveis de O_2 e/ou aumento nos níveis de CO_2 no ambiente de armazenamento (THORP & BIELESKI, 2002).

East et al. (2009) observaram que a maior incidência de escurecimento do parênquima externo em frutos de goibeira serrana foram encontradas em uma atmosfera com 0kPa de O_2 e 0,1kPa de CO_2 , onde cada fruto tinha mais de 75% de sua superfície com escurecimento, provavelmente como resultado da indução da atividade anaeróbica.

O escurecimento do parênquima externo também pode ser causado quando os frutos são armazenados em temperaturas abaixo de 4°C (*“chilling injury”*). No entanto, a severidade do dano é dependente da cultivar e do tempo de armazenamento (KLEIN & THORP, 1987).

Durante o armazenamento houve o desenvolvimento de podridões, principalmente na região do cálice dos frutos. Houve diferenças significativas na incidência de podridões entre frutos com e sem tratamento com 1-MCP (dados não apresentados). Houve menor incidência de podridões nos frutos tratados com 1-MCP, porém sem diferença significativa entre as embalagens. Nos frutos não tratados com 1-MCP observou-se um aumento na incidência de podridões principalmente após a terceira semana de armazenamento (Figura 14). Esse comportamento é comum, pois, com o avanço do processo de amadurecimento, o fruto torna-se mais susceptível ao ataque de patógenos, devido à diminuição da resistência da casca e da polpa (AZZOLINI, 2005).

Segundo Flores-Cantillano (1998), as deteriorações e podridões aumentam com o período de armazenamento, sendo que a atmosfera modificada gerada no interior de filmes poliméricos pode reduzir esses problemas nos frutos.

Não houve diferenças significativas entre os filmes, mas o 1-MCP aparentemente reduziu as podridões. Basseto (2005) obteve resultados similares trabalhando com goiaba comum, demonstrando que o 1-MCP mostra benefícios indiretos no controle de podridões nos frutos. Blankenship & Dole (2003) afirmam que o efeito do 1-MCP, com relação à incidência de doenças na pós-colheita, tem sido inconsistente, com resultados específicos para cada espécie.

É importante salientar que as podridões em frutos de goiabeira serrana normalmente se desenvolvem após a remoção dos frutos da câmara de armazenamento refrigerado, quando os mesmos são mantidos a temperatura ambiente (EAST et al. 2009).

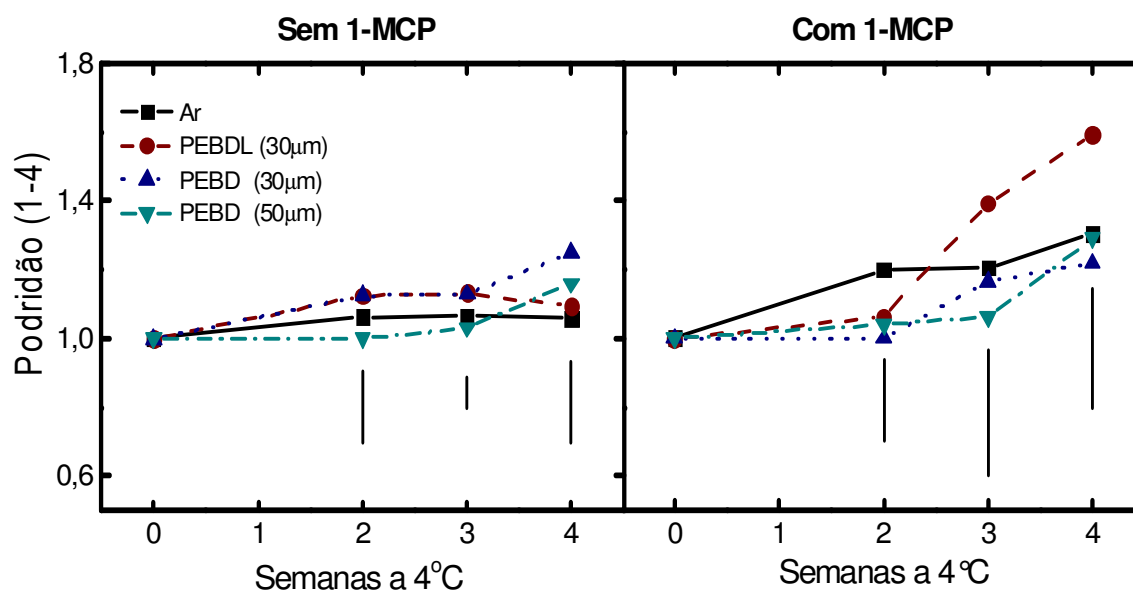


Figura 14 - Incidência de podridões (1-4) em frutos de goiabeira serrana, com ou sem tratamento com 1-MCP, e acondicionados em diferentes tipos de embalagens, durante armazenamento a 4°C. Diferenças mínimas significativas entre os tratamentos, em cada data de avaliação, foram calculadas pelo teste LSD ($P < 0,05$).

A concentração de etileno no interior das embalagens diminuiu no decorrer das quatro semanas de armazenamento, em frutos tratados ou não com 1-MCP (Figura 15). Todavia, a concentração de etileno foi maior nos frutos que foram tratados com 1-MCP, contrariando diversos estudos, mostrando que o 1-MCP

diminui a produção de etileno em diversos frutos climatéricos (BLAKENSHIP & DOLE, 2003). O 1-MCP se mostrou eficiente na inibição do processo de amadurecimento em resposta ao etileno em maçã, banana, tomate e mamão (SISLER, 1996; FAN, 1999; JACOMINO, 2002).

A combinação da baixa concentração de O_2 e elevada concentração de CO_2 , normalmente encontrada no interior das embalagens, podem ter um efeito sinérgico na biossíntese do etileno. Elevados níveis de CO_2 podem aumentar, reduzir ou não ter efeito sobre a biossíntese do etileno em tecidos de frutos, dependendo da concentração de CO_2 presente (KADER, 1986). Alguns autores observaram que, apesar do baixo O_2 reduzir a atividade da enzima ACC-sintase e ACC-oxidase, o elevado CO_2 reduz a atividade da enzima ACC-sintase, porém aumenta a atividade da enzima ACC-oxidase, precursora do etileno (GORNÝ & KADER, 1996).

Desta maneira, a maior concentração de etileno nas embalagens dos frutos tratados com 1-MCP (Figura 15) pode ser explicada, porque o etileno produzido não conseguiu ser metabolizado, pois os complexos receptores do etileno presentes na membrana foram bloqueados na presença do 1-MCP. Dessa forma, houve um excessivo acúmulo de etileno no interior das embalagens.

O tratamento dos frutos com 1-MCP não apresentou efeitos na inibição do acúmulo de CO_2 no interior das embalagens (Figura 15). Em frutos tratados com 1-MCP observou-se um pequeno decréscimo na concentração de CO_2 somente até a terceira semana, seguido de aumento. Já para os frutos não tratados com 1-MCP, as concentrações de CO_2 se mantiveram constantes durante quase todo o período de armazenamento (Figura 15).

As concentrações de CO_2 , tanto nos frutos tratados como nos não tratados com 1-MCP, independente da embalagem, foram bastante altos, variando de 6 a 11 kPa de CO_2 (Figura 15). Thorp & Bielecki (2002) observaram severo escurecimento na polpa e no parênquima externo em frutos de goiaba serrana armazenada em ambiente contendo até 5 kPa de CO_2 .

O escurecimento é um dano freqüentemente observado na nos tecidos mais externos, associado às altas concentrações de CO_2 . Uma vez perdida a integridade da membrana, compostos fenólicos presentes nos compartimentos celulares são expostos ao O_2 e oxidados pela atividade da enzima PPO (TANO et al., 2007). De acordo com Smith (1987), a magnitude das alterações das concentrações dos gases

no interior das embalagens depende da natureza, da espessura da barreira, da massa do produto, da temperatura e da umidade.

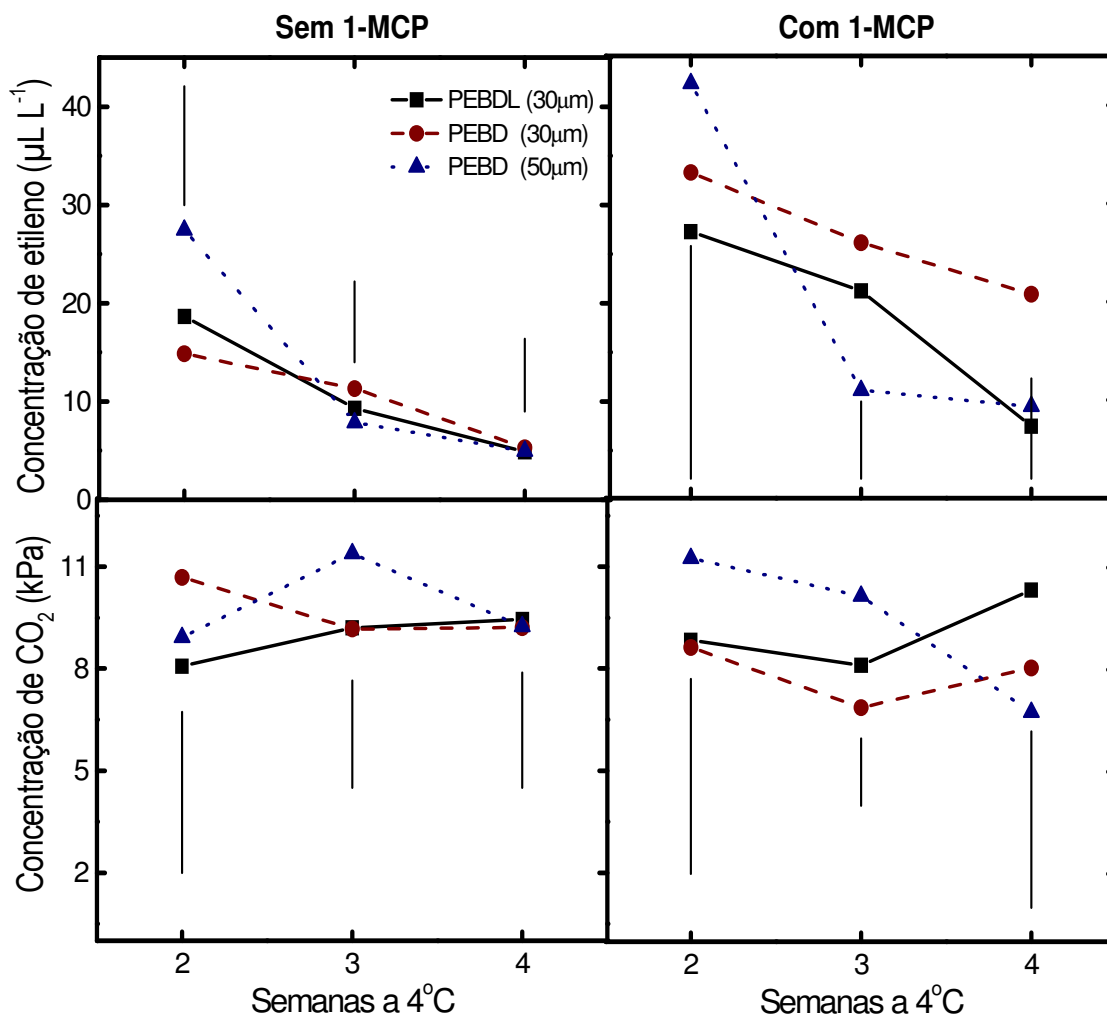


Figura 15 - Concentração de etileno e CO_2 no interior das embalagens contendo frutos de goiabeira serrana, com ou sem tratamento com 1-MCP, durante armazenamento a 4°C . Diferenças mínimas significativas entre os tratamentos, em cada data de avaliação, foram calculadas pelo teste LSD ($P < 0,05$).

As taxas de produção de etileno foram muito semelhantes entre os frutos acondicionados nos diferentes filmes plásticos. O tratamento com 1-MCP retardou o pico de produção de etileno de duas para três semanas em frutos não embalados (Ar) (Figura 16). Frutos tratados com 1-MCP, em Ar, apresentaram um aumento na produção de etileno até a terceira semana (Figura 16). Todavia, em frutos não tratados com 1-MCP e acondicionados nas embalagens, as taxas de produção de etileno foram constantes durante todo o armazenamento, sendo que em frutos não

acondicionados em filmes (Ar), a produção de etileno aumentou até atingir um pico por volta da segunda semana, e depois reduziu (Figura 16).

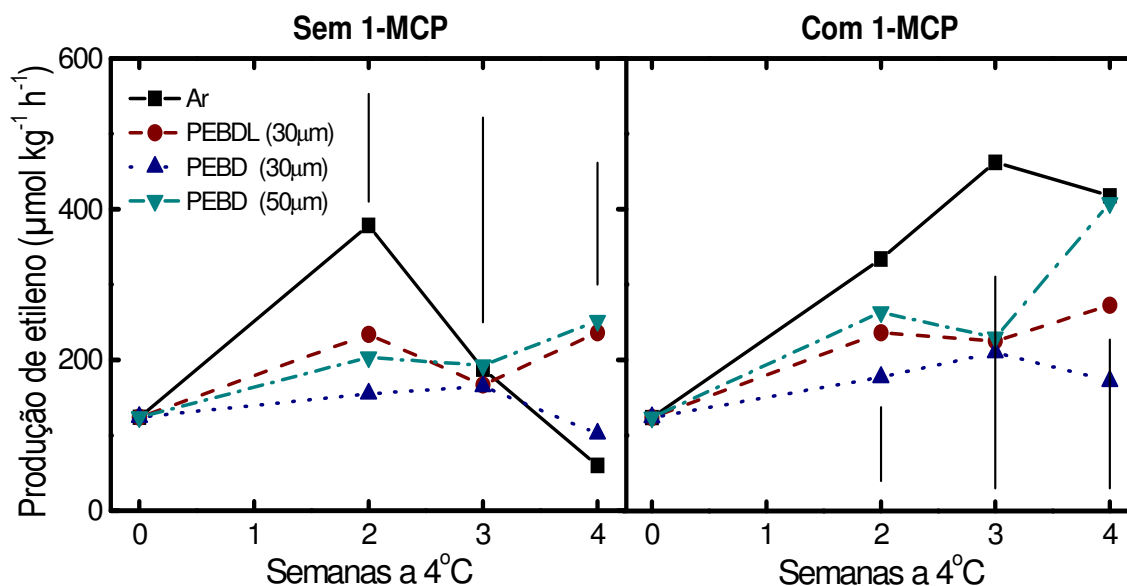


Figura 16 - Produção de etileno em frutos de goiabeira serrana, com ou sem tratamento com 1-MCP, e acondicionados em diferentes tipos de embalagens, durante armazenamento a 4°C. Diferenças mínimas significativas entre os tratamentos, em cada data de avaliação, foram calculadas pelo teste LSD ($P < 0,05$).

A ausência de efeitos positivos do 1-MCP e do acondicionamento em embalagens de polietileno na redução da produção de etileno, pode ser devido ao fato de que após o término do período de armazenamento, os frutos foram submetidos a um período de comercialização simulada, ou seja, 48h em temperatura de 23°C. Este processo pode estimular o aparecimento de novos sítios receptores de etileno, capazes de promover sua autocatálise (SISLER & SEREK, 1997), refletindo diretamente nos níveis de etileno encontrados.

Os resultados obtidos indicam que a síntese de novos receptores de etileno deve ser muito alta em frutos de goiabeira serrana, principalmente após transferência para a temperatura ambiente. Aparentemente, o 1-MCP não consegue bloquear todos os sítios receptores de etileno, sendo necessário reaplicar mais de uma vez esse produto, quando da transferência do armazenamento refrigerado para a condição ambiente, visando garantir maior vida útil pós-colheita.

Verificou-se um grande decréscimo na atividade respiratória dos frutos até a segunda semana de armazenamento em todos os tratamentos (Figura 17).

Em frutos não embalados, o tratamento com 1-MCP resultou em aumento na respiração após a segunda semana de armazenamento, o mesmo não ocorrendo em frutos não tratados com 1-MCP, que apresentaram uma baixa taxa respiratória até a 4ª semana de armazenamento (Figura 17). Nos frutos embalados e tratados com 1-MCP houve um aumento na respiração após a segunda semana de armazenamento, sendo que frutos embalados e não tratados com 1-MCP houve um aumento na respiração até a 4ª semana de armazenamento, ocorrendo uma pequena queda no filme com espessura de 50µm (Figura 17).

É importante observar que as taxas respiratórias exibiram um comportamento muito semelhante ao que ocorreu com a produção de etileno. Nos frutos não embalados, o tratamento com 1-MCP resultou em maior atividade respiratória em relação aos frutos não tratados com o produto (Figura 17).

Os frutos tratados com 1-MCP tiveram uma alta atividade respiratória até a 4ª semana de armazenamento em relação aos frutos não tratados com 1-MCP. Esse comportamento demonstra que o 1-MCP promove uma melhor manutenção da qualidade dos frutos, reduzindo alguns sintomas associados à senescência (FAN et al., 1999).

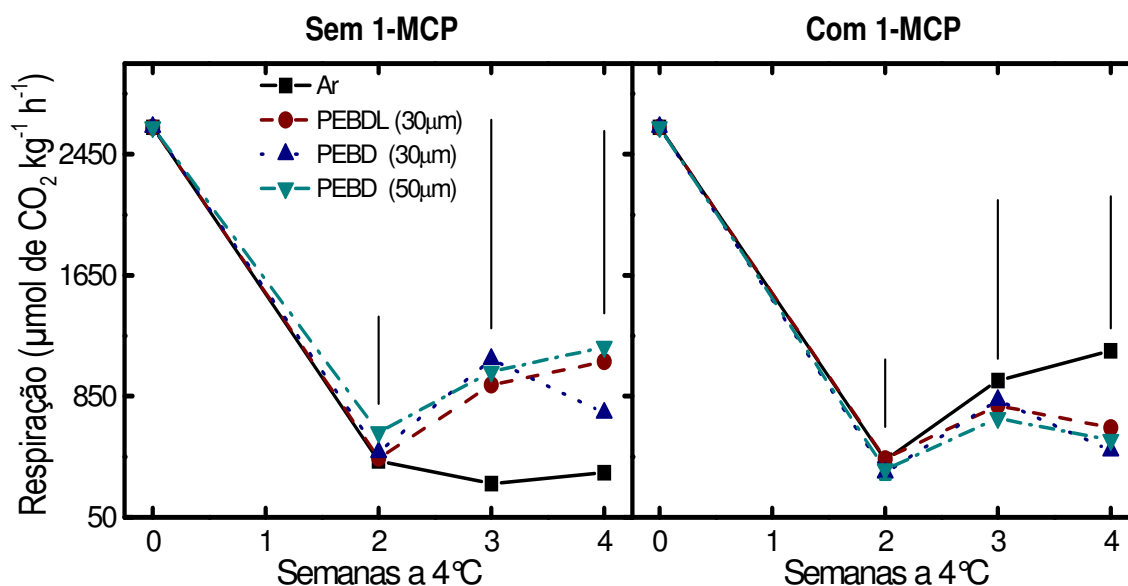


Figura 17 - Taxa respiratória em frutos de goiabeira serrana, com ou sem tratamento com 1-MCP, e acondicionados em diferentes tipos de embalagens, durante armazenamento a 4°C. Diferenças mínimas significativas entre os tratamentos, em cada data de avaliação, foram calculadas pelo teste LSD ($P < 0,05$).

4.3 Experimento 3: Qualidade da goiaba serrana tratada com diferentes doses de 1-MCP.

Após três semanas de armazenamento refrigerado, o teor SS apresentou um sensível aumento em todos os tratamentos, passando de 12,9ºBrix para 13,3ºBrix (Tabela 1). Esses resultados estão de acordo com Hernández (2009), que relatou para a maioria dos frutos da família Myrtaceae, há um aumento no teor de SS durante o armazenamento, como resultado da hidrólise do amido e/ou da síntese de sacarose.

O teor de SS não foi afetado pelo incremento nas doses de 1-MCP (Tabela 1). Os teores de SS foram maiores em abacaxi (SELVARAJAH et al., 2001), mamão (HOFMAN et al., 2001) e maçã (FAN et al., 2002) tratados com 1-MCP. No entanto, os teores de SS em laranjas (PORAT et al., 1999), damascos e ameixas (DONG et al., 2001) não foram afetadas pelo tratamento com 1-MCP. De acordo com Amarante et al. (2008), em goiaba serrana, os atributos de qualidade relacionados aos teores de SS e AT, não são sensíveis ao tratamento com 1-MCP.

É possível que a degradação de polissacarídeos não tenha contribuído para um maior aumento no teor de SS durante o armazenamento. No entanto, é importante mencionar que as baixas temperaturas apresentam efeito no retardo da diminuição dos teores de SS nos frutos de goiabeira serrana, pela redução na atividade respiratória (RODRIGUEZ, 2006).

A AT não foi afetada pelas doses de 1-MCP (Tabela 1). Basseto et al. (2005) já relataram uma maior retenção da acidez em goiabas 'Pedro Sato' tratadas com 1-MCP. Todavia, alguns frutos submetidos ao tratamento com 1-MCP apresentam uma menor redução na AT, e outros não (BLAKENSHIP & DOLE, 2003). Segundo Corrales et al. (2003), a AT é uma das variáveis mais importantes entre as alterações que ocorrem durante a maturação dos frutos de goiabeira serrana. Rodriguez (2006) determinou que a AT está inversamente relacionada com os níveis de sacarose, a perda de peso e a intensidade respiratória dos frutos, indicando que a acidez diminui porque durante a respiração, há a degradação de ácidos orgânicos.

A cor da epiderme, representada pelo h^o , não apresentou uma resposta consistente com o aumento nas doses de 1-MCP (Tabela 1). Houve maior eficiência do tratamento com 1-MCP na manutenção da cor verde da epiderme em frutos

armazenados a temperatura de 23°C (Figura 6). Nessa condição, onde o amadurecimento é mais acelerado, o efeito do 1-MCP torna-se mais evidente.

As mudanças na coloração da casca durante o amadurecimento são decorrentes do aumento da síntese das enzimas de degradação das clorofilas (CHITARRA & CHITARRA, 2005), e o 1-MCP pode atuar prevenindo ou diminuindo a atuação destas enzimas, através da inibição da ação do etileno (BLAKENSHIP, 2001). Quanto maior a concentração e o tempo de exposição dos frutos ao 1-MCP, maior sua eficácia na manutenção da coloração da epiderme (BLAKENSHIP & DOLE, 2003).

Tabela 1: Sólidos solúveis, acidez titulável e cor da epiderme em frutos de goiabeira serrana tratados com diferentes doses de 1-MCP e armazenados sob refrigeração ($4\pm2^{\circ}\text{C}/90\pm5\%$ UR) durante três semanas.

Doses de 1-MCP	SS (° Brix)	AT (% ácido cítrico)	Cor da epiderme (h°)
0	13,13	0,44	114,19
0,5 $\mu\text{L.L}^{-1}$	13,03	0,39	111,50
1 $\mu\text{L.L}^{-1}$	13,03	0,49	114,53
2 $\mu\text{L.L}^{-1}$	13,03	0,45	115,72
4 $\mu\text{L.L}^{-1}$	13,00	0,46	111,75
Linear	ns	ns	ns
Quadrático	ns	ns	*
CV (%)	4,24	8,66	4,50

Valores médios na colheita: sólidos solúveis (SS) = 12,9°Brix; acidez titulável (AT) = 0,66% de ácido cítrico; ângulo 'hue' (h°) = 119,24. Dados analisados por meio de contrastes ortogonais polinomiais. ns: não-significativo. *: significativo a 5% de probabilidade.

O tratamento com 1-MCP não apresentou efeito na diminuição das manchas deprimidas na epiderme (Tabela 2). Já para as manchas superficiais, o aumento na doses de 1-MCP reduziu significativamente a sua incidência (Tabela 2). De acordo com Thorp & Bielecki (2002), essas manchas na epiderme normalmente são sintomas associados à senescência dos frutos, que podem ocorrer como resultado da oxidação de compostos fenólicos pela ação da enzima PPO. A enzima PPO, na presença do O_2 , promove a oxidação de difenóis em quinonas. As quinonas são moléculas muito instáveis e rapidamente reagem com os aminoácidos ou proteínas, formando os pigmentos escuros na epiderme ou na polpa do fruto (GARCIA-CARMONA et al., 1998). De acordo com Watkins (2006), o 1-MCP possui a capacidade de reduzir a atividade das enzimas PPO e peroxidase (POD).

O aumento nas doses de 1-MCP não afetou a ocorrência de escurecimento da polpa (Tabela 2). Downs et al. (1988) relataram em goiaba serrana ausência de escurecimento da polpa após quatro semanas de armazenamento refrigerado. No entanto, após cinco dias a temperatura ambiente, os frutos desenvolveram este distúrbio. Segundo Klein & Thorp (1987), o escurecimento da polpa é um sintoma comum que ocorre com o amadurecimento de goiaba serrana. O 1-MCP pode inibir esses sintomas, pois normalmente são causados pelo aumento na síntese de etileno durante o amadurecimento dos frutos (WATKINS, 2006). A ineficiência das doses de 1-MCP na diminuição da incidência do escurecimento da polpa pode ter ocorrido pela alta concentração de etileno no ambiente, produzido pelos frutos não tratados com o produto.

O aumento nas doses de 1-MCP ocasionou incremento na ocorrência de podridões (Tabela 2), demonstrando que o tratamento com 1-MCP possui efeitos inconsistentes na diminuição das podridões. Pouco se conhece sobre os efeitos do 1-MCP na incidência de doenças (WATKINS, 2006).

O 1-MCP pode afetar certas rotas metabólicas responsáveis por mecanismos de defesa, e assim aumentar a incidência de doenças (BOWER et al, 2002). Por outro lado, o 1-MCP pode retardar o desenvolvimento de doenças através da manutenção da qualidade do fruto, inibindo o amadurecimento (SINGH & PAL, 2008). Frutos em avançado estágio de amadurecimento apresentam menor integridade na parede celular e tornam-se mais susceptíveis a ferimentos e ao ataque de fungos (KADER, 1992).

Em geral, o tratamento com 1-MCP não produziu os efeitos esperados na manutenção da qualidade do fruto. Isso indica a possibilidade de que os frutos tratados com as maiores doses de 1-MCP podem ter sido influenciados pela alta concentração de etileno no ambiente, produzido pelos frutos não tratados com o produto.

Tabela 2 - Incidência de escurecimento da polpa, podridão, manchas deprimidas e superficiais em frutos de goiabeira serrana tratados com diferentes doses de 1-MCP e armazenados sob refrigeração ($4\pm 2^{\circ}\text{C}/90\pm 5\%$ UR) durante três semanas.

Doses de 1-MCP	Escurecimento da polpa (1-4)	Podridão (1-4)	Mancha deprimida (1-4)	Mancha superficial (1-4)
0	2,10	1,07	1,17	1,63
0,5 $\mu\text{L.L}^{-1}$	1,91	1,09	1,28	1,63
1 $\mu\text{L.L}^{-1}$	1,93	1,28	1,08	1,38
2 $\mu\text{L.L}^{-1}$	1,85	1,24	1,27	1,24
4 $\mu\text{L.L}^{-1}$	1,93	1,43	1,14	1,36
Linear	ns	*	ns	*
Quadrático	ns	ns	ns	*
CV (%)	44,63	54,31	41,08	42,86

Dados analisados por meio de contrastes ortogonais polinomiais. ns: não-significativo. * : significativo a 5% de probabilidade.

5 CONCLUSÃO

Durante o armazenamento, os frutos de goiabeira serrana exibiram um desenvolvimento acentuado de manchas superficiais e manchas deprimidas na epiderme e um aumento no escurecimento da polpa e podridões.

Os frutos apresentaram uma alta atividade respiratória. Porém, o tratamento com 1-MCP foi eficiente na redução da atividade respiratória durante o pico climatérico.

O acondicionamento dos frutos nas diferentes embalagens ocasionou o escurecimento do parênquima externo dos frutos.

O tratamento com 1-MCP inibiu sensivelmente a severidade das manchas superficiais e manchas deprimidas nas embalagens com espessura de 30 μ m.

O incremento nas doses de 1-MCP não foi efetivo na manutenção da qualidade dos frutos, porém reduziu o desenvolvimento das manchas superficiais e aumentou a incidência de podridões.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste trabalho evidenciam a importância de um estudo detalhado do comportamento fisiológico dos frutos de goiabeira serrana.

Os frutos possuem um processo de amadurecimento muito acelerado, em razão da sua alta atividade respiratória e produção de etileno. Além disso, exibem uma alta suscetibilidade ao aparecimento de distúrbios fisiológicos decorrentes do processo de amadurecimento que necessitam de maiores estudos.

O uso do 1-MCP foi efetivo nos frutos em Ar, porém ofereceu pouco controle sobre o amadurecimento nos frutos acondicionado em embalagens. As embalagens utilizadas ocasionaram excessivo acúmulo de CO₂ na atmosfera interna, mostrando-se inadequadas para a preservação da qualidade pós-colheita dos frutos.

Futuros estudos são necessários para aumentar o potencial de conservação dos frutos de goiabeira serrana, relacionados a determinação do estágio ideal de maturação na colheita, a sensibilidade ao etileno, a temperatura de armazenamento e ao tempo entre a colheita e a refrigeração.

REFERÊNCIAS

- ABDI, N.; McGLASSON, W. B.; HOLFORD, P.; WILLIAMS, M.; MIZRAHI, Y. Responses of climacteric and suppressed-climacteric plums to treatment with propylene and 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.14, n.1, p.29-39, 1998.
- ABELES, F.B.; MORGAN, P.W.; SALTVEIT, M.E. **Ethylene in plant biology**. London: Academic Press, 2. ed, 1992.414p.
- AMARANTE, C.V.T.; STEFFENS, C.A.; DUCROQUET, J.P.H.J. ; SASSO, A. Qualidade de goiaba serrana em resposta a temperatura de armazenamento e ao tratamento com 1-metilciclopropeno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.12, p.1683-1689, 2008.
- ANDRADE, E.R.; DUCROQUET, J.P.H.J. Reação de *Feijoa sellowiana* a isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* em condições controladas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.22, n.1, p.244-252, 1997.
- ARGENTA, L. C.; MATTHEIS, J. P.; FAN, X. Controle do Amadurecimento de frutas - Manipulação da ação do etileno com 1-metilciclopropeno para preservação pós-colheita de maçãs e peras. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2000, Fortaleza. **Palestras do XVI Congresso Brasileiro de Fruticultura**. Fortaleza: EMBRAPA, p. 236-243, 2000.
- AZZOLINI, M.; JACOMINO, A. P.; BRON, I. U.; KLUGE, R. A.; SCHAVINATO, M. Ripening of 'Pedro Sato' guava: study on its climateric or non-climateric nature. Brazilian Journal of Plant Physiology. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Rio de Janeiro, v.17, n.3, p. 299-306, 2005.
- BARNI, E.J.; DUCROQUET, J.P.; SILVA, M.C.; NETO, R.B.; PRESSER, R.F. **Potencial de Mercado para Goiabeira serrana Catarinense**. Documento nº 212, Florianópolis: EPAGRI, 48p. 2004.
- BASILE, A.; VUOTTO, M.L.; VIOLANTE, U.; SORBO, S.; MARTONE, G.; CASTALDO COBIANCHI, R. Antibacterial activity in *Actinidia chinensis*, *Feijoa*

sellowiana and *Aberia coffra*. **International Journal of Antimicrobial Agents**, London, v.8, n.3, p.199-203, 1997.

BASSETTO, E.; JACOMINO, A.P.; PINHEIRO, A.L. Conservation of "Pedro Sato" guavas under treatment with 1-methylcyclopropene. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.5, p.433-440, 2005.

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.

BLANKENSHIP, S. Ethylene effects and the benefits of 1-MCP. **Perishables Handling Quarterly**, North Carolina-NCSU, v.1, n.108, p.2-4, 2001.

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

BOWER, J.H.; BIASI, W.V.; MITCHAM, E.J. Effects of ethylene and 1-MCP on the quality and storage life of strawberries. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.28, n.3, p.417- 423, 2003.

BRACKMANN, A.; SESTARI, I.; STEFFENS, C.A.; GIEHL R.F.H. Qualidade da maçã cv. Gala tratada com 1-metilciclopropeno. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.5, p.1415-1420, 2004.

CACIOPPO, O. **La Feijoa**. Ediciones Madrid: Mundiprensa. Catello, 79 p., 1988.

CHITARRA, M.I.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças – fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras - UFLA, 785p. 2005.

CHONG, C.; KUNSONG, C.; WENPING, X.; WANGSHU, Z.; XIAN, L.; FERGUSON, I. Effect of 1-MCP on postharvest quality of loquat fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.40, n.2, p.155-162, 2006.

CIA, P.; SILVA, E.A.B.R.; SIGRIST, J.M.M.; SARANTOPÓULOS, C.; OLIVEIRA, L.; PADULA, M. Effect of modified-atmosphere packaging on the quality of 'Fuyu' persimmon. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 6, n.1, p. 109-118, 2003.

CLARK, C.J.; WHITE, A.; WOOLF, A.; DOMIJAN, K. Can density sorting at harvest segregate mixed maturity of feijoa? **Acta Horticulturae**, Sydney, n.687, v.1, p.93-98, 2005.

CORRALES, S.P.G.; LUNA, C.E.R.; GALLEGOS, L.O. Determinación del comportamiento químico y fisiológico de *Feijoa sellowiana* en almacenamiento. **Cenicafé**, Colombia, v.54, n.1, p.50-62, 2003.

CROSS, J. **Pigments in fruits**. London: Academic Press, 1987. 303 p.

DEGENHARDT, J.; DUCROQUET, J.P.; REIS, M.S.; GUERRA, M.P.; NODARI, R.O. Efeito de anos e determinação do coeficiente de repetibilidade de características de frutos de goiabeira serrana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.9, p.1285-1293, 2002.

DEGENHARDT, J.; ORTH, A.I.; GUERRA, M.P.; DUCROQUET, J.P.; NODARI, R.O. Morfologia floral da goiabeira serrana (*Acca sellowiana*) e suas implicações na polinização. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.3, p.718-721, 2001.

DING, C.K. CHACHIN, K.; UEDA, Y.; IMAHORI, Y.; WANG, C.Y. Modified atmosphere packaging maintains postharvest quality of loquat fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.24, n.3, p.341-348, 2002.

DONADIO, L.C.; MÔRO, F.V.; SERVIDONE, A.A. **Frutas brasileiras**. Jaboticabal: Ed. Novos Talentos, 2002. 288 p.

DONG, L.; ZHOU, H.W.; SONEGO, L.; LERS, A.; LURIE, S. Ethylene involvement in the cold storage disorder of 'Flavortop' nectarine. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.23, n.2, p.105-115, 2001.

DOWNS, C.G.; PICKERING, A.E.; REIHANA, M.; O'DONOGHUE, E.; MARTIN, W. The relationship between fruit retention force at harvest and quality of feijoa after storage. **Annals of Applied Biologists**, United Kingdom, v.113, n.1, p.197-204, 1988.

DUCROQUET, J.P.H.J. Goiabeira serrana: suas peculiaridades. In: I Encontro de Pequenos Frutos e Frutas Nativas do Mercosul, Pelotas, 2004. **Resumos do I Encontro de Pequenos Frutos e Frutas Nativas do Mercosul**, Pelotas: Embrapa, v.124, p. 265-271, 2004.

DUCROQUET, J.P.H.J.; HICKEL, E.R. Fenologia da goiabeira serrana (*Feijoa sellowiana*, Berg) no Alto Vale do Rio do Peixe, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.13, n.3, p.313-320, 1991.

DUCROQUET, J.P.H.J.; HICKEL, E.R.; NODARI, R.O. Goiabeira serrana (*Feijoa sellowiana*). **Frutas Nativas**, n. 5, Jaboticabal, 2000. 66 p.

DUCROQUET, J.P.H.J.; RIBEIRO, P. A goiabeira serrana: velha conhecida, nova alternativa. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.4, n.3, p.27-29, 1991.

EAST, A.R.; TREJO-ARAYA, X.I.; HERTOOG, M.L.A.T.M.; NICHOLSON, S.E.; MAWSON, A.J. The effect of controlled atmospheres on respiration and rate of quality change in 'Unique' feijoa fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.53, n.1, p.66-71, 2009.

EL BULK, R.E.; BABIKER, E.E.; EL TINAY, A.H. Changes in chemical composition of guava fruits during development and ripening. **Food Chemistry**, London, v.59, n.3, p.395-399, 1997.

ESQUERRÉ-TUGAYÉ, M.T.; LAMPORT, D. Cell surfaces in plant microorganism interactions. I. A structural investigation of cell wall hydroxyproline rich glycoproteins which accumulate in fungus infected plants. **Plant Physiology**, Rockville, v.64, n.1, p.314-319, 1979.

FAN, X.; ARGENTA, L.; MATTHEIS, J.P. Interactive effects of 1-MCP and temperature on 'Elberta' peach quality. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.37, n.1, p.134-138, 2002.

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

FINGER, F.L.; VIEIRA, G. Fisiologia de frutos tropicais e subtropicais. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Manejo integrado: fruteiras tropicais – doenças e pragas**. Fisiologia pós-colheita de frutos tropicais e subtropicais. 1 ed. Viçosa: UFV. Viçosa, v. 1, p. 1-30, 2002.

FLORES-CANTILLANO, R.F. Almacenamiento refrigerado de frutas y hortalizas. In: Manejo Postcosecha de Frutas y Verduras en Iberoamérica, 1998, La Habana. **Anales Manejo Postcosecha de Frutas y Verduras**, Ciudad de México, v.1, p.30-46, 1998.

FORTE, V. **La coltivazione della feijoa**. Bologna: Edagricole, 1993, 43p.

GALVIS-VENEGAS, J.A. **Manejo de la cosecha y poscosecha de la feijoa**. Cultivo, poscosecha y exportación de la feijoa (*Acca sellowiana* Berg). Produmedios. Bogotá, p.111-123. 2003.

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

GORNY, J.R.; HESS-PIERCE, B.; CIFUENTES, R.A.; KADER, A.A. Quality changes in fresh-cut pear slices as affected by controlled atmospheres and chemical preservatives. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.24, n.3, p.271-278, 2002.

GORNY, J.R.; KADER, A.A. Regulation of ethylene biosynthesis in climacteric apple fruit by elevated CO₂ and reduced O₂ atmospheres. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.9, n.3, p. 311-323, 1996.

GORRIS, L.G.M.; PEPPELENBOS, H.W. Modified atmosphere and vacuum packaging to extend the shelf life of respiring food products. **HortTechnology**, Alexandria, v.2, n.3, p.303-309, 1992.

HARMAN, J.E. Feijoa fruit: growth and chemical composition during development. **New Zealand Journal of Experimental agriculture**, Wellington, v.15, n.22, p.209-215, 1987.

HERNÁNDEZ, M.S.; BARRERA, J.; MATÍNEZ, O.; TRUJILLO-FERNÁNDEZ, J.P. Postharvest quality of arazá fruit during low temperature storage. **Food Science and Technology**, Swiss, v.42, n.4, p.879-884, 2009.

HERSHKOVITZ, V.; SAGUY, S.I.; PESIS, E. Postharvest application of 1-MCP to improve the quality of various avocado cultivars. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.37, n.3, p.252-264, 2005.

HEWETT, E.W. New horticultural crops in New Zealand. In: **New Crops**, J. Janick and J.E. Simon ed. Wiley, New York, p.57-64. 1993.

HOFMAN, P.J.; JOBIN-DE´COR, M.; MEIBURG, G.F., MACNISH, A.J.; JOYCE, D.C. Ripening and quality responses of avocado, custard apple, mango and papaya fruit to 1-methylcyclopropene. **Australian Journal of Experimental agriculture**, Victoria, v.41, n.4, p.567-572, 2001.

HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C.; KLUGE, R.A.; BILHALVA, A.B. Influência da temperatura e do polietileno no armazenamento de frutos de goiabeira-serrana (*Feijoa sellowiana* Berg.). **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.51, n.3, p.563-568, 1994.

JACOMINO, A.P.; KLUGE, R.A.; BRACKMANN, A.; CASTRO, P.R.C. Amadurecimento e senescência de mamão com 1-metilciclopropeno. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.59, n.2, p.303-308, 2002.

JACOMINO, P.A.; OJEDA, R.M.; KLUGE, R.A.; FILHO, J.A.S. Conservação de goiabas tratadas com emulsões de cera de carnaúba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.3, p.401-405, 2003.

KADER, A.A. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v.40, n.5, p.99-104, 1986.

KADER, A.A. **Modified atmosphere during transport and storage**. In: Kader, A.A. (ed.), Postharvest technology of horticultural crops. 2. ed. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Publication 3311, p. 85-92, 1992.

KADER, A.A. **Feijoa: recommendations for maintaining postharvest quality**. Postharvest technology Research & Information Center, Davies, Mar.2005. Disponível em <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/Producefacts/index.shtml>. Acesso em: 01 nov. 2007.

KATSURAYAMA, Y.; BONETI, J.I.S. Antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*): Principal doença da goiabeira serrana (*Acca sellowiana*) no sul do Brasil. In: Workshop Sul Americano sobre *Acca sellowiana*, São Joaquim, 2009. **Anais do I Workshop Sul Americano sobre *Acca sellowiana***. São Joaquim, 2009.

KLEIN, J.D.; THORP, Y.T.G. Feijoa: postharvest handling and storage of fruit. **New Zealand Journal of Experimental agriculture**, Wellington, v.15, n.22, p.217-221, 1987.

LELIÈVRE, J.M.; LATCHÉ, A.; JONES, B.; BOUZAYEN, M.; PECH, J.C. Ethylene and fruit ripening. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.101, n.1, p.727-739, 1997.

MARCHIORI, J.N.C.; SOBRAL, M. **Dendrologia das angiospermas: myrtales**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 1997. 304p.

MATTOS, J.R. **Goiabeira serrana**. Fruteiras Nativas do Brasil, n.2, Porto Alegre: CEUE, 1988. 109 p.

MCGUIRE, R.G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, Alexandria, v.27, n.12, p.1254-1255, 1992.

MERCADO-SILVA, E.; BAUTISTA, P.B.; GARCIA-VELASCO, M.A. Fruit development, harvest index and ripening changes of guavas produced in Central Mexico. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.13, n.2, p.143-150, 1998.

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

NODARI, R.O.; DUCROQUET, J.P.; GUERRA, M.P.; MELER, K. Genetic variability of feijoa (*Acca sellowiana*). **Acta Horticulturae**, n.452, p.41-46, 1997.

OVALE, G.P.; QUINTERO, O. La feijoa (*Feijoa sellowiana* Berg.) fruta promissoria para Colômbia. **Acta Horticulturae**, Tunja, n.310, p.239-248, 1992.

PORAT, R.; WEISS, B.; COHEN, L.; DAUS, A.; GOREN, R.; DROBY, S. Effects of ethylene and 1-methylcyclopropene on the postharvest qualities of 'Shamouti' oranges. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.15, n.2, p.155-163, 1999.

QUADROS, K.E.; MOTA, A.P.; KERBAUY, G.B.; GUERRA, M.P.; DUCROQUET, J.P.H.J.; PESCADOR, R. Estudo anatômico do crescimento do fruto em *Acca sellowiana* (Berg.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.30, n.2, p.296-302, 2008.

ROBBINS, J.A.; SJULIN, T.M.; PATTERSON, M. Postharvest storage characteristics and respiration rates in five cultivars of red raspberry. **HortScience**, Alexandria, v.24, n.6, p.980-982, 1989.

RODRÍGUEZ, M.; ARJONA, H.E.; GALVIS, J.A. Pineapple guava fruit (*Acca sellowiana* Berg) clone 41 (Quimba) and 8-4 ripening in ambient temperatures of Bogotá. **Agronomía Colombiana**, Bogotá, v.24, n.1, p.68-76, 2006.

ROMANI, R.J. Respiration, ethylene, senescence and homeostasis is an integrated view of postharvest life. **Canadian journal of botany**, v.62, n.12, p.2950-2955, 1984.

RUBERTO, G.; TRINGALI, C. Secondary metabolites from the leaves of *Feijoa sellowiana* Berg. **Phytochemistry**, Oxford, v.21, n.65, p.2947-51, 2004.

SALTVEIT, M.E. **Ethylene Effects**. In: The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks. Agriculture Handbook USDA, ARS, n. 66, April 2004.

SANTOS, K.L.; PERONI, N.; GURIES, R.P.; NODARI, R.O. Traditional knowledge and management of feijoa (*Acca sellowiana*) in Southern Brazil. **Economic Botany**, New York, v.63, n.2, p.204-214, 2009.

SANTOS, K.L.; STEINER, N.; DUCROQUET, J.P.H.J.; GUERRA, M.P.; NODARI, R.O. Domesticação da goiabeira serrana (*Acca sellowiana*) no sul do Brasil. **Agrociencia**, Montevideo, v.9, n.2, p.29-33, 2005.

SAQUET, A.A.; STREIF, J.; BANGERTH, F. Energy metabolism and membrane lipid alterations in relation to brown heart development in 'Conference' pears during

delayed controlled atmosphere storage. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.30, n.2, p.123-132, 2003.

SAS INSTITUTE. **Getting started with the SAS learning edition**. Cary: SAS Institute, 2002. 200p.

SELVARAJAH, S.; BAUCHOT, A.D.; JOHN, P. Internal browning in cold-stored pineapples is suppressed by a postharvest application of 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.23, n.2, p.167-170, 2001.

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

SHARPE, R.H.; SHERMAN, W.B.; MILLER, E.P. Feijoa history and improvement. **Proceeding of the Florida State Horticultural Society**, Winter Haven, v.106, n.1, p.134-139, 1993.

SINGH, S.P.; PAL, R.K. Response of climacteric-type guava (*Psidium guajava* L.) to postharvest treatment with 1-MCP. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.47, n.3, p.307-314, 2008.

SISLER, E.C.; SEREK, M.E. Inhibitors of ethylene response in plants at the receptor level: recent developments. **Physiologia Plantarum**, Rockville, v.100, n.3, p.577-582, 1997.

SMITH, S.; GEESON, J.; STOW, J. Production of modified atmospheres in deciduous fruits by the use of films and coatings. **HortScience**, Alexandria, v.22, n.5, p.772-776, 1987.

TANO, K.; OULÉ, M.K.; DOYON, G.; LENCKI, R.; ARUL, J. Comparative evaluation of the effect of storage temperature fluctuation on modified atmosphere packages of selected fruit and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.46, n.3, p.212-221, 2007.

THORP, T.G.; BIELESKI, R. **Feijoas: origins, cultivation and uses**. HortResearch. Auckland-NZ. Ed. David Bateman, 2002. 87p.

THORP, T.G.; KLEIN, J.D. Export feijoas: post-harvest handling and storage techniques to maintain optimum fruit quality. **The Orchardist of New Zealand**, Wellington, v.60, n.5, p.164-166, 1987.

TUCKER, G.A. Introduction. In: SEYMOR, G.B; TAYLOR, J.E. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, capítulo 1, p.2-51, 1993.

VALDERRAMA, J.K.; FISCHER, G.; SERRANO, M.S. Postharvest physiology of two pineapple guava (feijoa) fruit (*Acca sellowiana* (Berg.) Burret) cultivars submitted to cold quarantine treatment. **Agronomía Colombiana**, Bogotá, v.23, n.2, p.276-282, 2005.

VUOTTO, M.L.; BASILE, A.; MOSCATIELLO, V.; DE SOLE, P.; CASTALDO-COBIANCHI, R.; LAGHI, E.; IELPO, M.T.L. Antimicrobial and antioxidant activities of *Feijoa sellowiana* fruit. **International Journal of Antimicrobial Agents**, London, v.13, n.3, p.197-201, 2000.

WATKINS, C.B.; NOCK, J.F.; WHITAKER, B.D. Responses of early, mid and late season apple cultivars to postharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) under air and controlled atmosphere storage conditions. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.19, n.1, p.17-32, 2000.

WATKINS, C.B. The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. **Biotechnology Advances**, Amsterdam, v.24, n.4, p.389-409, 2006.

WILLS, R.H.; MCGLASSON, W.B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. **Postharvest, an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals**. 4 ed. New York: CAB International, 1998. 262 p.

WIRYAWAN, I.; HERTOOG, M.L.A.T.M.; TREJO-ARAYA, X.I.; EAST A.R.; MAGUIRE, K.M.; MAWSON, A.J. At-harvest fruit quality attributes of New Zealand feijoa cultivars. **Acta Horticulturae**, Verona, n.682, p.605-610, 2005.

YANG, S.F. Biosynthesis and action of ethylene. **HortScience**, Alexandria, v.20, n.1, p.41-45, 1985.

YEN, H.; LEE, S.; TANKSLEY, S.; LANAHAHAN, M.; KLEE, H.J.; GIOVANNONI, J.J. The tomato never-ripe locus regulates ethylene-inducible gene expression and is linked to a homolog of the Arabidopsis ETR1 gene. **Plant Physiology**, Rockville, v.107, n.4, p.1343-1353, 1995.

APÊNDICE

APÊNDICE A – Manchas superficiais em goiaba serrana.

APÊNDICE B – Manchas deprimidas em goiaba serrana.

APÊNDICE C – Escurecimento da polpa em goiaba serrana (1- Ausente, 2 – Inicial, 3 - Moderado, 4 - Severo).

APÊNDICE D – Escurecimento do parênquima externo em goiaba serrana.

APÊNDICE E – Podridões em goiaba serrana.

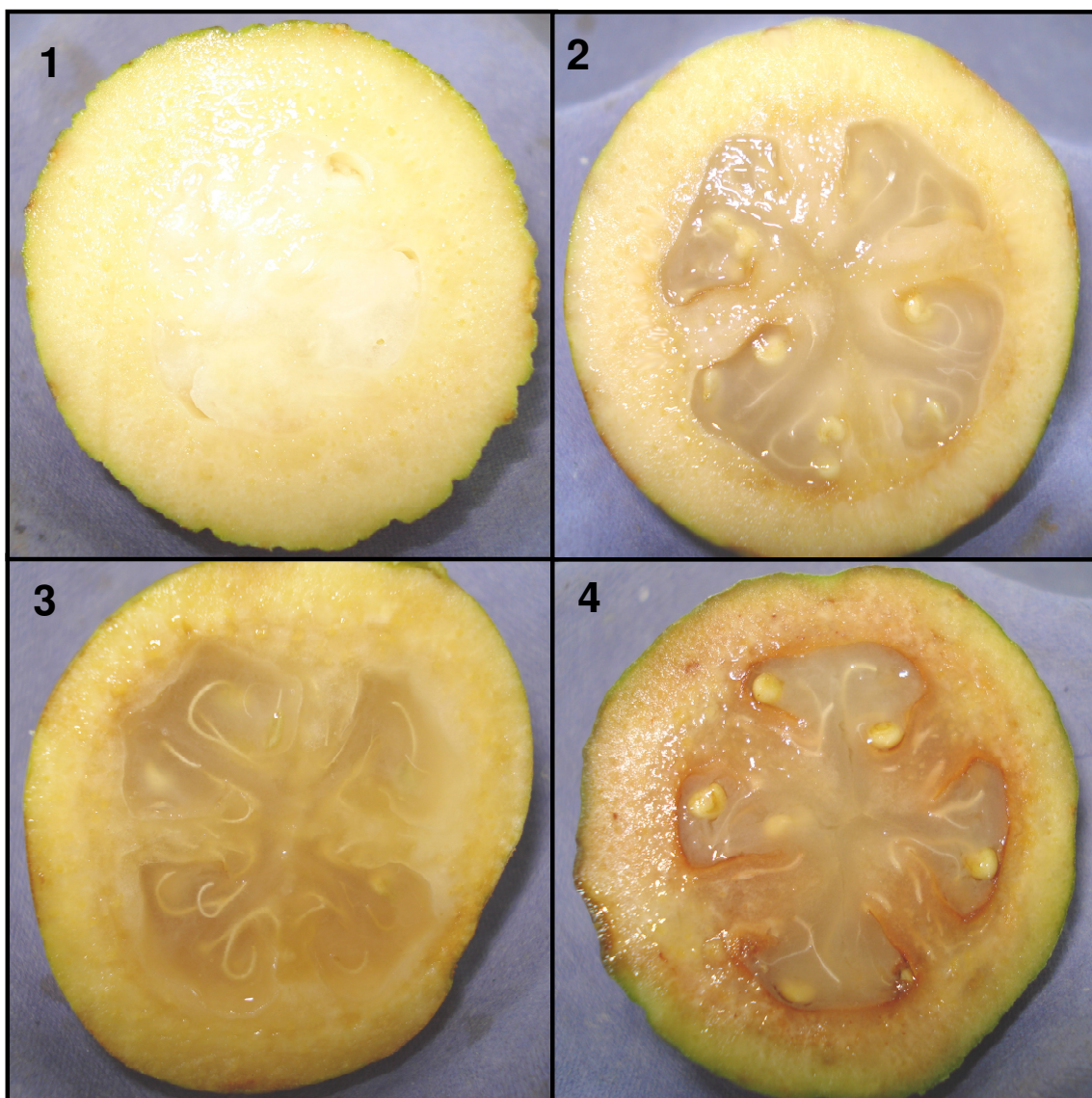
Apêndice A – Manchas superficiais em goiaba serrana.



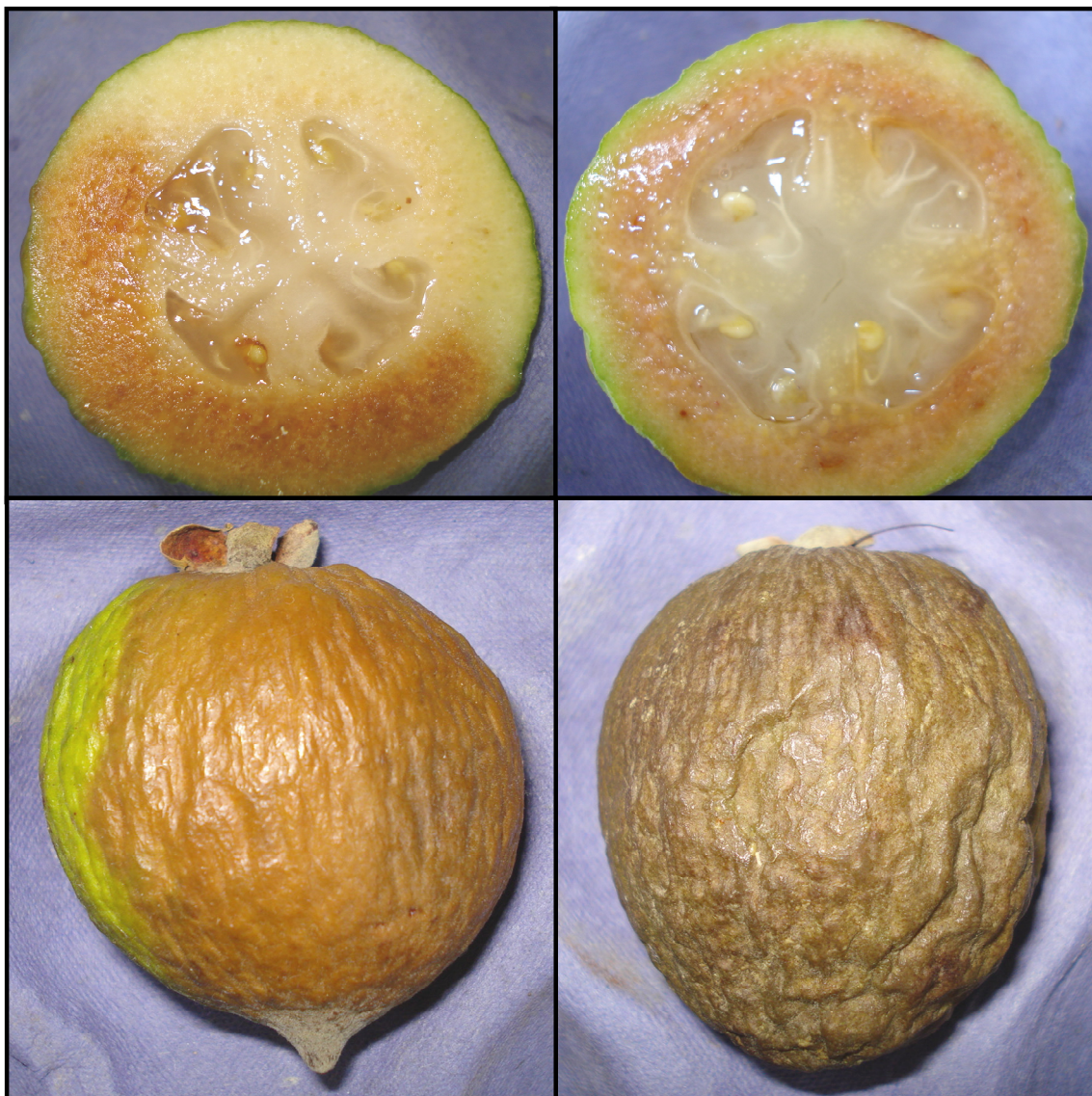
Apêndice B – Manchas deprimidas em goiaba serrana



Apêndice C – Escurecimento da polpa em goiaba serrana (1- Ausente, 2 - Inicial 3 - Moderado, 4 - Severo).



Apêndice D – Escurecimento do parênquima externo em goiaba serrana.



Apêndice E – Podridões em goiaba serrana.

