INSTITUTO AGRONÔMICO
PÓS-GRADUAÇÃO

**DISSERTAÇÃO**

# EFEITO DO METIL JASMONATO NO AMADURECIMENTO DE GOIABAS 'KUMAGAI' E 'PEDRO SATO'

**RAQUEL MANTOVANI BINOTI**

**Campinas, SP**
**2015**

**INSTITUTO AGRONÔMICO**
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA TROPICAL E SUBTROPICAL**

# EFEITO DO METIL JASMONATO NO AMADURECIMENTO DE GOIABAS 'KUMAGAI' E 'PEDRO SATO'

**RAQUEL MANTOVANI BINOTI**

**Orientadora: Ilana Urbano Bron**
**Co-orientadora: Patrícia Cia**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre** em Agricultura Tropical e Subtropical, Área de Concentração em Tecnologia da Produção Agrícola.

Campinas, SP
Abril 2015

Ficha elaborada pela bibliotecária do Núcleo de Informação e Documentação do Instituto Agronômico

B614e Binoti, Raquel Mantovani
Efeito do Metil Jasmonato no amadurecimento de goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato' / Raquel Mantovani Binoti. Campinas, 2015. 49 fls.

Orientadora: Ilana Urbano Bron
Co-orientadora: Patrícia Cia
Dissertação (Mestrado) Agricultura Tropical e Subtropical – Instituto Agronômico

1. Amadurecimento de Goiabas 2. Metil Jasmonato
3 Regulador vegetal. 4. Etileno 5. Respiração I. Bron, Ilana Urbano
II. Cia, Patrícia III. Título

CDD. 634.421

SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA
DOS AGRONEGÓCIOS
**INSTITUTO AGRONÔMICO**
**Pós-Graduação**
Av. Barão de Itapura, 1481 Caixa Postal 28
13001-970 Campinas, SP - Brasil
(19) 2137-0601
pgiac@iac.sp.gov.br

INSTITUTO AGRONÔMICO

## Curso de Pós-Graduação

## Agricultura Tropical e Subtropical

## Certificado de Aprovação

Título: **Efeito do metil jasmonato no amadurecimento de goiabas "Kumagai" e "Pedro Sato"**

Aluna: **Raquel Mantovani Binoti**

Área de Concentração: **Tecnologia da Produção Agrícola**

Processo SAA nº: **2.635/2013**

Orientadora: **Dra. Ilana Urbano Bron**

Aprovado pela Banca Examinadora:

Dra. Ilana Urbano Bron - IAC

Dra. Silvia Antoniali do Carmo - APTA

Dra. Silvia Regina Toledo Valentini - IAC

Campinas, 29 de abril de 2015

Visto:

*Márcio Koiti Chiba*
Coordenador Pós-Graduação
Instituto Agronômico

## AGRADECIMENTOS

À Deus em primeiro lugar.

Ao Instituto Agronômico (IAC) pela oportunidade de realização deste trabalho.

Ao Centro de Engenharia e Automação, localizado em Jundiaí/SP, onde realizei o experimento.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudo para a realização desde projeto de pesquisa.

À minha orientadora Dra. Ilana Urbano Bron pela oportunidade, orientação, pela confiança depositada, pela amizade e pelos ensinamentos transmitidos.

À minha co-orientadora Dra. Patrícia Cia pela paciência, ajuda, orientação e ensinamentos.

À minha amiga e colega Bárbara, que esteve presente em todas as horas e me ajudou com a montagem e realização do experimento, obrigada pelo seu companheirismo.

À Dra. Silvia Valentini, pesquisadora do IAC, pela confiança, amizade, incentivo, atenção e disponibilidade de sempre.

Aos meus pais, Ângela e João, aos meus irmãos, meu namorado e minha família por todo o amor transmitido, pelo apoio, dedicação, incentivo, carinho, compreensão, exemplos de determinação e luta.

À Maria do Carmo, Fátima e Yolanda, funcionárias do laboratório do IAC que me ajudaram com as análises.

Aos produtores Milton e Odair pelo fornecimento das goiabas utilizadas na pesquisa.

À todos os docentes do curso, pelos ensinamentos transmitidos.

À secretaria da Pós-graduação IAC, pela atenção e ajuda.

À todos que de alguma forma colaboraram com o desenvolvimento deste trabalho.

Muito Obrigada !

**SUMÁRIO**

LISTA DE FIGURAS..... vi
RESUMO..... viii
ABSTRACT..... ix
1 INTRODUÇÃO..... 01
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... 02
2.1 A cultura da Goiaba..... 02
2.2 Fisiologia pós-colheita da goiaba..... 03
2.3 Metil Jasmonato na pós-colheita..... 08
3 MATERIAL E MÉTODOS..... 12
3.1 Material vegetal..... 12
3.2 Avaliações..... 14
3.2.1 Respiração e produção de etileno..... 14
3.2.2 Avaliações Físico-químicas..... 15
3.2.2.1 Cor da Casca..... 15
3.2.2.2 Firmeza da polpa..... 15
3.2.2.3 Acidez Titulável..... 15
3.2.2.4 Sólidos Solúveis..... 15
3.2.2.5 Ácido ascórbico..... 15
3.3 Delineamento experimental e análise dos resultados..... 16
4 RESULTADOS..... 16
4.1 Primeiro experimento – Goiaba ‘Kumagai’..... 16
4.1.1 Atividade respiratória e produção de etileno..... 16
4.1.2 Avaliações físico-químicas..... 18
4.2 Segundo experimento – Goiaba ‘Pedro Sato’..... 24
4.2.1 Atividade respiratória e produção de etileno..... 24
4.2.2 Avaliações físico-químicas..... 26
5 DISCUSSÃO..... 31
6 CONCLUSÕES..... 38
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 39

## LISTA DE FIGURAS


Figura 1- Estádios de maturação de goiabas da variedade ‘Kumagai’, estádio verde (A) e estádio amarelo (B) e da variedade ‘Pedro Sato’, estádio verde (C) e estádio amarelo (D), recém colhidas, e caracterizadas de acordo com a cor da casca..... 13

Figura 2- Tambor utilizado para o tratamento de Metil Jasmonato..... 14

Figura 3- Respiração de goiabas ‘Kumagai’ colhidas nos estádios verde (A) e amarelo (B), tratadas com Metil Jasmonato e armazenadas a 25°*C* e 85-90% UR por 7 dias..... 17

Figura 4- Produção de etileno de goiabas ‘Kumagai’ colhidas nos estádios verde (A) e amarelo (B), tratadas com Metil Jasmonato e armazenadas a 25°*C* e 85-90% UR por 7 dias..... 18

Figura 5- Firmeza da polpa de goiabas ‘Kumagai’ colhidas nos estádios verde (A) e amarelo (B), tratadas com Metil Jasmonato e armazenadas a 25°*C* e 85-90% UR por 7 dias..... 19

Figura 6- Cor da casca de goiabas ‘Kumagai’ colhidas nos estádios verde (A) e amarelo (B), tratadas com Metil Jasmonato e armazenadas a 25°*C* e 85-90% UR por 7 dias..... 20

Figura 7- Luminosidade de goiabas ‘Kumagai’ colhidas nos estádios verde (A) e amarelo (B), tratadas com Metil Jasmonato e armazenadas a 25°*C* e 85-90% UR por 7 dias..... 21

Figura 8- Acidez de goiabas ‘Kumagai’ colhidas nos estádios verde (A) e amarelo (B), tratadas com Metil Jasmonato e armazenadas a 25°*C* e 85-90% UR por 7 dias..... 22

Figura 9- Sólidos Solúveis de goiabas ‘Kumagai’ colhidas nos estádios verde (A) e amarelo (B), tratadas com Metil Jasmonato e armazenadas a 25°*C* e 85-90% UR por 7 dias..... 23

Figura 10- Ácido ascórbico de goiabas ‘Kumagai’ colhidas nos estádios verde (A) e amarelo (B), tratadas com Metil Jasmonato e armazenadas a 25°*C* e 85-90% UR por 7 dias..... 24

Figura 11- Respiração de goiabas ‘Pedro Sato’ colhidas nos estádios verde (A) e amarelo (B), tratadas com Metil Jasmonato e armazenadas a 25°*C* e 85-90% UR por 3 dias..... 25

Figura 12- Produção de etileno de goiabas ‘Pedro Sato’ colhidas nos estádios verde (A) e amarelo (B), tratadas com Metil Jasmonato e armazenadas a 25°*C* e 85-90% UR por 3 dias..... 25

Figura 13- Firmeza da polpa de goiabas ‘Pedro Sato’ colhidas nos estádios verde (A) e amarelo (B), tratadas com Metil Jasmonato e armazenadas a 25°*C* e 85-90% UR por 4 dias..... 26

Figura 14- Cor da casca de goiabas ‘Pedro Sato’ colhidas nos estádios verde (A) e amarelo (B), tratadas com Metil Jasmonato e armazenadas a 25°*C* e 85-90% UR por 4 dias..... 27

Figura 15- Luminosidade de goiabas ‘Pedro Sato’ colhidas nos estádios verde (A) e amarelo (B), tratadas com Metil Jasmonato e armazenadas a 25°*C* e 85-90% UR por 4 dias..... 28

Figura 16- Cor da casca de goiabas ‘Pedro Sato’ colhidas no estádio amarelo, tratadas com Metil Jasmonato e armazenadas a 25°*C* e 85-90% UR..... 28

Figura 17- Acidez titulável de goiabas ‘Pedro Sato’ colhidas nos estádios verde (A) e amarelo (B), tratadas com Metil Jasmonato e armazenadas a 25°*C* e 85-90% UR por 5 dias..... 29

Figura 18- Sólidos Solúveis de goiabas ‘Pedro Sato’ colhidas nos estádios verde (A) e amarelo (B), tratadas com Metil Jasmonato e armazenadas a 25°*C* e 85-90% UR por 5 dias..... 30

Figura 19- Ácido ascórbico de goiabas ‘Pedro Sato’ colhidas nos estádios verde (A) e amarelo (B), tratadas com Metil Jasmonato e armazenadas a 25°*C* e 85-90% UR por 5 dias..... 31

**Efeito do Metil Jasmonato no amadurecimento de goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato'**

## RESUMO

Os reguladores vegetais vêm sendo utilizados como método eficaz para minimizar os efeitos do amadurecimento dos frutos. O Metil Jasmonato (MJ) é uma substancia reguladora endógena com papel no crescimento e desenvolvimento da planta, além de influenciar o processo de maturação dos frutos. Pesquisas demonstram que os resultados com a aplicação do MJ no amadurecimento dos frutos têm sido contraditórios principalmente quando avaliamos espécies/variedades, doses e estádios de amadurecimento diferentes. O objetivo do trabalho foi relacionar a aplicação do MJ com alterações na fisiologia pós-colheita e na qualidade de goiabas. Foram utilizadas goiabas (*Psidium guajava* L.) 'Kumagai' e 'Pedro Sato' colhidas nos estádios de amadurecimento verde e amarelo. Os frutos foram tratados com 1 e 10 µmol.$L^{-1}$ de MJ por volatilização em tambores herméticos (200 L) com circulação de ar por 24 horas, e em seguida, armazenados à temperatura de 25 ºC e 80 a 90% de umidade relativa. Durante o amadurecimento foram realizadas avaliações físico-químicas (cor da casca, firmeza da polpa, acidez titulável, sólidos solúveis, ácido ascórbico) e fisiológicas (respiração e produção de etileno). Os dados foram submetidos à analise de variância e comparação de médias foi pelo teste de Tukey a 5%, utilizando-se o programa ASSISTAT. A aplicação de MJ, independentemente da dose, aumentou a respiração e a produção de etileno em goiabas 'Kumagai', principalmente naquelas colhidas no estádio amarelo, acelerando assim o processo de amadurecimento nesses frutos. Esse aumento na velocidade do amadurecimento, mesmo que discreto, pode ser observado na aceleração da perda da cor verde dos frutos tratados. A aplicação do MJ não alterou a perda de firmeza nem os demais atributos de qualidade. Não houve efeito da aplicação do MJ no amadurecimento de goiabas 'Pedro Sato'.

**Palavras-chave:** Etileno, *Psidium guajava* L, regulador vegetal, respiração.

**Effect of Methyl Jasmonate on the ripening of 'Kumagai' and 'Pedro Sato' guavas**

## ABSTRACT

The growth regulators have been used as an effective method to minimize the effects of the ripening of fruits. Methyl Jasmonate (MJ) is an endogenous substance with regulatory role in the growth and development of the plant, as well as affecting the fruit maturation process. Researches show that the results of the application of MJ in fruit ripening have been mostly contradictory when evaluating different species, ripening stages and doses. The objective if this work was to relate the application of MJ to changes in post-harvest physiology and quality of 'Kumagai' and 'Pedro Sato' guavas (*Psidium guajava* L.) harvested at green and yellow maturity stages. The fruits were treated with 1 and 10 μmol.L $^{-1}$ of MJ by volatilization in hermetic chambers (200 L), with air circulation, for 24 h. After treatment with MJ, the fruits were stored at 25 °C and 80-90% relative humidity. During the ripening, fruits were analyzed for physico-chemical characteristics (skin color, pulp firmness, titratable acidity, soluble solids, ascorbic acid content) and physiological characteristics (respiration and ethylene production). Data were subjected to analysis of variance and Tukey test ($P \leq 0.05$), using the ASSISTAT program. The application of MJ, regardless of the doses, increased respiration and ethylene production of 'Kumagai' guavas, especially when harvested at the yellow stage, accelerating the ripening process of these fruits. This increase in ripening process, even if slight, can be observed by the accelerated loss of the green color of the skin of the treated fruits. The application of MJ did not change the loss of firmness and other quality attributes. No effect of MJ was observed in the ripening of 'Pedro Sato 'guavas.

**Keywords:** Ethylene, *Psidium guajava* L, growth regulator, respiration.

# 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um importante produtor de goiaba (*Psidium guajava* L.), em 2012, a sua produção foi de 323.872 toneladas, sendo o estado de São Paulo o maior produtor seguido por Pernambuco e Minas Gerais (AGRIANUAL, 2015). No estado de São Paulo as principais variedades cultivadas são a de polpa vermelha 'Pedro Sato' e a de polpa branca 'Kumagai', destinadas tanto para o mercado *in natura* quanto para a indústria (CERQUEIRA, 2007).

A goiaba é muito apreciada pelas suas qualidades nutricionais e organolépticas, fato que favorece a expansão de sua comercialização. No entanto, a alta perecibilidade da fruta ainda constitui um entrave para o aumento da comercialização da goiaba. A goiaba apresenta uma intensa atividade metabólica durante o amadurecimento e consequentemente, uma vida útil muito curta após a colheita. Outro fator que pode dificultar a comercialização é a infecção por diversos microrganismos, dentre eles o fungo do gênero *Colletotrichum* spp. causador da antracnose (PANDEY et al., 1997).

Vários são os métodos usados para minimizar os efeitos do amadurecimento em frutas, entre eles está o uso de reguladores vegetais.

O Metil Jasmonato constitui um grupo de substâncias reguladoras endógenas que regula vários aspectos do crescimento e desenvolvimento das plantas, além de atuar no mecanismo de defesa e agir como sinalizador de diferentes condições de estresse bióticos e abióticos (CORTES, 2000; CREELMAN & MULLET, 1997; SEMBDNER & PARTHIER, 1993), também são sinalizadores de respostas de defesa da planta contra o ataque de patógenos (MEIR et al., 1998; MOLINE et al., 1997).

Em morangos verdes, a aplicação de Metil Jasmonato provocou um aumento da respiração e da produção de etileno, além da indução da biossíntese de antocianina e degradação de clorofila (MUKKUN & SINGH, 2009; PEREZ et al., 1997). Em contrapartida, no mamão, a aplicação de Metil Jasmonato diminuiu a respiração e a produção de etileno (MASSUCATO, 2011). Em algumas plantas, altas concentrações de Metil Jasmonato (100 $\mu mol.L^{-1}$) aplicado exogenamente promoveram a senescência, enquanto que em concentrações mais baixas (50 $\mu mol.L^{-1}$ ) não se observou esse efeito (PARTHIER, 1990). As respostas do fruto ao tratamento com Metil Jasmonato, aparentemente, estão associadas com a concentração deste regulador (BUTA & MOLINE, 1998; PEREZ et al., 1993), ao estádio de desenvolvimento em que se encontra o fruto no momento da aplicação e a diferentes espécies/cultivar (FAN et al., 1997; PEREZ et al., 1997). Por isso, a aplicação desse regulador deve ser otimizada considerando-se a concentração, estádio de maturação e cultivar.

A hipótese do trabalho é que a aplicação de Metil Jasmonato interfere na qualidade pós-colheita das goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato', retardando seu amadurecimento por meio da diminuição da respiração e da produção de etileno.

São poucas as informações sobre os efeitos do tratamento com Metil Jasmonato nas mudanças fisiológicas e bioquímicas das frutas durante o armazenamento, desta forma, o objetivo do trabalho foi relacionar a aplicação desse regulador com as alterações durante o amadurecimento de goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato' colhidas em dois estádios de maturação.

# 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

## 2.1 A cultura da Goiaba

A goiabeira é uma planta da família *Myrtaceae* do gênero *Psidium*. Existem aproximadamente 324 espécies de goiaba, cultivadas principalmente em países tropicais e subtropicais. No Brasil a espécie mais conhecida é *Psidium guavaja* L. (ABREU, 2010) e ela é cultivada em grande parte do seu território, sendo que as variedades mais plantadas são Paluma, Pedro Sato, Ogawa e Kumagai (LIMA et al., 2010).

Segundo dados do AGRIANUAL (2015), em 2012, a produção brasileira foi de 323.872 toneladas de goiaba em uma área de 15.200 ha. A produção se concentrou principalmente na Região Sudeste (46,7% da produção nacional), destacando-se o estado de São Paulo como maior produtor, com 125.500 toneladas, seguido da região Nordeste (42,2%), destacando-se Pernambuco como o segundo estado maior produtor, com 107.200 toneladas.

A goiaba é uma fruta que além de seu sabor e aroma característicos também é muito apreciada pelo seu valor nutritivo, apresentando baixo teor de gordura, altos níveis de cobre, zinco, fibras, selênio, fósforo, cálcio, ferro, ácido fólico e vitaminas A, $B_1$, $B_2$ ,$B_6$ e E (DURIGAN et al., 2009). É muito rica em compostos antioxidantes, possuindo quatro vezes mais vitamina C do que a laranja, e também rica em carotenóides, contendo 2,3 a 12 µg $g^{-1}$ de β-caroteno e 53-56 µg $g^{-1}$ de licopeno, que são responsáveis pela coloração vermelha da polpa (RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008).

Devido às suas qualidades nutricionais e organolépticas, tem-se observado um crescimento da comercialização da goiaba na forma *in natura*, mas a maior parte dos frutos produzidos ainda é destinada para a indústria, processada na forma de sucos concentrados, polpa congelada, sorvetes, geleias e compotas (RODRIGUES, 2009). No estado de São Paulo

são cultivadas variedades de goiabas de polpa vermelha e de polpa branca que se diferenciam quanto ao destino da produção. Dentre as variedades de polpa vermelha a mais cultivada é a 'Pedro Sato' destinada tanto para o mercado *in natura* quanto para as indústrias e dentre as variedades de polpa branca a mais cultivada é a 'Kumagai' destinada ao mercado *in natura,* e também recomendada para exportação, pois apresenta vida útil pós-colheita mais longa e aroma mais discreto (CERQUEIRA, 2007).

O volume comercializado em julho de 2014 da goiaba de polpa branca correspondeu a 74 toneladas enquanto que o da goiaba de polpa vermelha correspondeu a 809 toneladas (AGRIANUAL, 2015).

A variedade de polpa branca 'Kumagai' originou-se do cruzamento da goiaba Australiana com a goiaba comum do município de Campinas (MEDINA et al., 1988). A arvore é muito produtiva e apresenta médio vigor com ramos longos e esparramados. Os frutos são grandes, apresentando de 300 a 400 gramas, oblongos e arredondados; casca lisa, resistente e cor verde-amarelada quando maduros; a polpa é branca, de boa espessura, firme, saborosa, levemente ácida e com a cavidade cheia e com poucas sementes (PEREIRA & NACHTIGAL, 2002).

A variedade de polpa vermelha 'Pedro Sato' foi selecionada a partir de pés-francos, provavelmente originários de "*Ogawa* n$^{o}$1 Vermelha" no Rio de Janeiro na década de 1980 (SPILLER, 2012). As plantas são vigorosas, de crescimento vertical, e razoavelmente produtivas. Os frutos são levemente ovalados, de boa aparência, de peso variável entre 150 e 280 gramas, podendo atingir peso superior a 400 gramas; a casca é rugosa; a polpa é rosada, espessa, firme e com cavidade central cheia, o sabor é agradável e apresenta poucas sementes. Atualmente é a cultivar de mesa de casca rugosa mais difundida no Estado de São Paulo (PEREIRA & NACHTIGAL, 2002).

A época de produção da goiaba no estado de São Paulo normalmente é de janeiro a março, em um período de aproximadamente 50 dias, com pico de produção em fevereiro. Grande parte dos produtores já vem conseguindo colher a goiaba durante o ano todo, isso graças à realização da poda, no verão o intervalo entre a poda e a colheita é de três meses, já no inverno estende-se por sete meses, com isso o produtor planeja os períodos de safra realizando a poda nos momentos desejados (PIZA & KAVATI, 1994).

### 2.2 Fisiologia pós-colheita da goiaba

O amadurecimento é a fase na pós-colheita dos frutos que ocorre no final do desenvolvimento e inicio da senescência, e é composta por intensivos processos que

determinam as características de qualidade do fruto, sendo evidenciadas pelas mudanças na composição, coloração, textura e outros atributos sensoriais (WATADA et al., 1984).

Dentre os diversos processos metabólicos que ocorrem nos frutos a respiração celular é um dos mais importantes, pois é por meio dela que o fruto produz a energia química na forma de ATP necessária para as reações vitais e para os processos de síntese e manutenção do metabolismo celular. A intensidade da respiração influencia a longevidade dos frutos na pós-colheita, pois provoca modificações nos constituintes químicos, levando à rápida senescência do fruto, diminuindo assim a qualidade do mesmo (WILLS et al., 1998).

Por mais de 70 anos a presença ou a ausência de um aumento na atividade respiratória durante o amadurecimento tem sido utilizada para classificar os frutos, dividindo-os em duas classes: climatéricos e não climatéricos. Frutos climatéricos apresentam aumento na produção de $CO_2$ acompanhado por um pico autocatalítico de produção de etileno ($C_2H_4$), o mesmo não é observado em frutos não climatéricos (RHODES, 1980).

Nos frutos climatéricos, o etileno desempenha um papel-chave para coordenar e completar as mudanças fisiológicas e bioquímicas que ocorrem durante o amadurecimento, enquanto que nos frutos não climatéricos o etileno não é necessário para a coordenação e conclusão do processo de amadurecimento (BARRY & GIOVANNONI, 2007; LELIÈVRE et al., 1997).

Tem sido observado, nos últimos anos que o amadurecimento de muitos frutos não climatéricos assemelha-se em vários aspectos com o padrão de amadurecimento de frutos climatéricos, dessa forma, OBANDO et al. (2007) propuseram que a classificação dos frutos em climatéricos e não climatéricos seria apenas uma simplificação. Além disso, de acordo com BARRY & GIOVANNONI (2007), os frutos climatéricos e não climatéricos dividem vias comuns de amadurecimento.

O estudo sobre a produção de $CO_2$ e de $C_2H_4$ em goiabas tem sido objeto de dúvidas, pois além de serem poucos trabalhos sobre esse tema, muitos autores têm opiniões diversas. A goiaba geralmente é classificada como fruto climatérico. A maioria das variedades comerciais de goiabas apresentam aumentos na respiração e na produção de etileno durante o amadurecimento. BROWN & WILLIS (1983), trabalharam com duas variedades de goiaba havaiana e constataram que após 5 dias de armazenamento a $20^oC$, elas apresentaram um pico climatérico com produção máxima de $CO_2$ de $127mg/kg.h^{-1}$. MEDINA et al. (1988) em estudo com a cultivar de goiaba híbrida (branca) constataram que ela exibiu rápido aumento na produção de $CO_2$ após a colheita, até atingir um ápice denominado pico climatérico. Outros autores também classificam a goiaba como um fruto climatérico (AKAMINE & GOO,

1979; CASTRO & SIGRIST, 1991; CAVALINI, 2004; LIMA, DURIGAN & TOSTES, 1998; MENDONÇA et al., 2007; MERCADO-SILVA et al., 1998; MATTIUZ, 2002; OLIVEIRA & CEREDA, 1996; SRIVASTAVA & NARASIMHAN, 1967).

Em contrapartida, algumas variedades foram consideradas não climatéricas porque exibem taxas constantes de respiração durante o amadurecimento e apresentam maior longevidade que as variedades consideradas climatéricas (AZZOLINI et al., 2005; CHITARRA & CHITARRA, 2005; MEDINA, 1978; SINGH, 1937). Segundo BIALE & BARCUS (1970), a goiaba não apresenta aumento brusco da liberação de $CO_2$ ou aumento acentuado no consumo de $O_2$, sendo considerada como um fruto não climatérico. Foram estudadas 13 espécies frutíferas da Amazônia cujas taxas de produção de $CO_2$ variaram de 68 a 90 $mg/kg.h^{-1}$.

LIU et al. (2012) investigaram e compararam as características de amadurecimento e fisiologia de duas cultivares de goiabeira em Taiwan, 'Jen-Ju Bar' (JJB) e ‘Li-Tzy Bar' (LTB), pois apresentam capacidade de armazenamento divergente. Durante o armazenamento a 20° C, a cultivar "LTB" exibiu um comportamento típico de um fruto climatérico, apresentou aumentos na respiração e produção de etileno (3,75 mmol $kg^{-1}$ de $CO_2$ $h^{-1}$ e 1,37 × 103 nmol $C_2H_4$ $kg^{-1}$ $h^{-1}$ em níveis máximos, respectivamente). Contrariamente, a cultivar 'JJB' foi considerado um fruto não climatérico, pois apresentou baixa e estável respiração (0,61-0,73 mmol $kg^{-1}$ de $CO_2$ $h^{-1}$) e produção de etileno (menos de 4 nmol $C_2H_4$ $kg^{-1}$ $h^{-1}$).

Tem se observado aumento constante na produção de $CO_2$ e $C_2H_4$, com climatério após o completo amadurecimento dos frutos, em goiabas ‘Kumagai’ e ‘Pedro Sato’, demostrando que essas variedades não se enquadram em nenhuma classificação utilizada (AZZOLINI et al., 2005; CAVALINI, 2008). Já AZZOLINI (2002), constatou que goiabas ‘Pedro Sato’ apresentaram comportamento respiratório do tipo climatérico.

Alguns estudos com a variedade de goiaba de polpa branca ‘Kumagai’ vem sendo feitos, CAVALINI (2008), observou produção de $CO_2$ em valores máximos de 42 ml $CO_2.kg^{-1}.h^{-1}$, em outro estudo o mesmo autor, CAVALINI (2004), encontrou valores máximos de respiração de 67, 72 e 65 mL $CO_2.kg^{-1}.h^{-1}$ para os estádios 1 (coloração da casca verde escura), 2 (quebra da cor verde) e 3 (inicio do desenvolvimento da cor amarela) respectivamente. Já BOTELHO (1996), constatou valor de 55 mL $CO_2.kg^{-1}.h^{-1}$ aos sete dias após a colheita. OLIVEIRA & CEREDA (1996), observou o pico respiratório aos nove dias após a colheita, com valor de 51,38 mL $CO_2.kg^{-1}.h^{-1}$. Em relação à produção de etileno CAVALINI (2004), observou valores máximos de 2,37; 2,95 e 3,16 $\mu l C_2H_4.kg^{-1}.h^{-1}$ para os estádios 1, 2 e 3.

Estudos com variedade de polpa vermelha ‘Pedro Sato’ também vem sendo feitos, CAVALINI (2008), observou produção de valores máximos de 60 mL $CO_2.kg^{-1}.h^{-1}$. Já LIMA et al. (1998), observaram que goiabas ‘Pedro Sato’ colhidas no estádio verde e ‘de vez’ apresentaram máxima atividade respiratória de 17,46 mL $CO_2.kg^{-1}.h^{-1}$, quatro dias após a colheita e 12,30 mL $CO_2.kg^{-1}.h^{-1}$ 3 dias após a colheita. AZZOLINI (2002), observou aumento gradual da atividade respiratória da goiaba, com valores máximos de 85 mL $CO_2.kg^{-1}.h^{-1}$ para o estádio 1 ( cor da casca verde-escura) e de 74 mL $CO_2.kg^{-1}.h^{-1}$ para os estádios 2 ( cor da casca verde-clara) e 3 (cor da casca verde-amarela) aos 11, 10 e 8 dias após a colheita.

Além das alterações na respiração e produção de etileno, outras modificações também ocorrem, como as transformações nos atributos de qualidade.

A firmeza é uma boa indicação do estádio de maturação do fruto, sendo que ela diminui durante o amadurecimento, não restringindo somente a aceitação do fruto, mas também afetando sua qualidade e sua resistência ao manuseio durante a comercialização (MATTIUZ, 2002). A perda de firmeza está associada à perda de integridade da parede celular, que ocorre devido à degradação das moléculas que a constituem, como celulose, hemicelulose e as pectinas (TUCKER, 1993).

As alterações na parede celular durante a maturação da goiaba são devido à atividade das enzimas hidrolíticas: pectinametilesterase (PME) e poligalacturonase (PG) que promovem intensa solubilização das pectinas presentes na parede da célula (JAIN et al., 2001; TUCKER, 1993). DHINGRA et al. (1983), consideraram verdes as goiabas com firmeza de 85 Newtons (N) e verde-amarelas as goiabas com firmeza entre 51 e 66 Newtons (N). LINHARES et al. (2007), observaram que goiabas ‘Pedro Sato’ no estádio verde de amadurecimento apresentaram redução de firmeza de 78 N no dia da colheita e 18 N após 25 dias quando armazenadas sob refrigeração a 10ºC e a 90% de umidade relativa. WERNER (2009), em estudo com efeito do cloreto de cálcio na pós-colheita da goiaba ‘Cortibel’ (polpa vermelha) no estádio fisiologicamente maduro, observou um decréscimo da firmeza de 47 para 7,8 N do dia da colheita ao décimo segundo dia de armazenamento. CAVALINI (2008), constatou que em goiabas ‘Kumagai’ colhidas no estádio 2 de amadurecimento (cor da casca verde clara), houve redução de 100 para 15 N no decimo sétimo dia de armazenamento, já nos frutos da variedade ‘Pedro Sato’ a firmeza, que era de 137 N decresceu para 24 N após 9 dias, quando armazenadas na temperatura de 23ºC e a 85% de umidade relativa, ou seja, uma perda de firmeza mais intensa.

Durante o amadurecimento da goiaba há um amarelecimento da casa devido à síntese de pigmentos carotenoides e à degradação da clorofila. De acordo com MERCADO-SILVA et

al. (1998), a coloração da casca da goiaba é um excelente indicador do seu estádio de maturação, permitindo diferenciá-las. Na goiaba a coloração se dá pela existência de pigmentos como clorofila, xantofila, caroteno e licopeno (ADSULE & KADAM, 1995). Em estudo com a variedade 'Paluma', CAVALINI (2004), constatou que todos os estádios diferiram entre si quanto ao ângulo de cor ($^0$h) com valores de 114, 108, 102, 95, 86, para os estádios de amadurecimento de 1 a 5, respectivamente.

O gosto da goiaba é atribuído à relação entre os teores de sólidos solúveis e de acidez titulável, a goiaba é considerada como tendo sabor adocicado e bem aceito para o consumo. O teor de sólidos solúveis (SS) é uma indicação indireta da doçura do fruto, na goiaba o teor de sólidos solúveis tem como principal açúcar a frutose (51% a 91%) (CHITARRA et al., 1981; RATHORE, 1976). Além disso, a goiaba apresenta baixo teor de amido (1% a 3% do total dos carboidratos não estruturais) (ALI & LAZAN, 1997). O amido presente em altas concentrações em alguns frutos é responsável pelo aumento do teor de sólidos solúveis durante o amadurecimento, o mesmo não acontece nas goiabas devido à baixa concentração desse composto.

O teor de sólidos solúveis em goiaba não representa um bom índice na caracterização dos estádios de maturação dos frutos (ABREU et al., 2012; MERCADO-SILVA et al., 1998; WERNER, 2009). AZZOLINI (2002), constatou que os teores de sólidos solúveis apresentaram poucas mudanças durante o amadurecimento das goiabas 'Pedro Sato' nos 3 estádios de maturação, diferenciando o estádio 3 do estádio 1 em apenas 0,80 ºBrix, o valor dos sólidos solúveis permaneceu entre 7,00 e 7,80. O mesmo foi observado em trabalho de CAVALINI (2004), no qual o teor de sólidos solúveis das goiabas em cinco estádios de amadurecimento não apresentou diferenças significativas, permanecendo entre 6,00 e 6,74 ºBrix para os frutos da variedade 'Kumagai' e entre 8,33 e 7,55 ºBrix para os frutos da variedade 'Paluma'.

ABREU et al. (2012), observaram que em goiabas 'Pedro Sato' o teor de sólidos solúveis não variou com o amadurecimento e apresentou média de 7,6 ºBrix. Teores de sólidos solúveis entre 4,8 e 15,9 ºBrix já foram mencionados na literatura dependendo da variedade, condições climáticas, e estádio de maturação da goiaba. (GERHARDT et al., 1997; LIMA et al., 1998; MENDONÇA et al., 2007; MERCADO-SILVA et al., 1998; PAIVA, 1994).

A acidez titulável em goiabas é medida pela presença de ácidos orgânicos, sendo os ácidos cítricos e málicos presentes em maiores teores (CHAN & KWOK, 1976). CAVALINI (2004), observou que a acidez titulável não apresentou diferença para nenhum dos cinco

estádios de maturação da variedade ‘Kumagai’, o teor de acidez variou 0,53 e 0,59% de acido cítrico, o mesmo valor foi encontrado por ABREU et al. (2012) e AZZOLINI (2002), em goiabas ‘Pedro Sato’ e por PIVETTA et al. (1992) em goiabas ‘Paluma’. GERHARDT et al. (1997) constataram que a acidez em goiabas pode variar 0,24 a 1,79 mg de ácido cítrico em 100 g de polpa de acordo com outros fatores como a variedade e as condições climáticas.

A goiaba possui alto teor de ácido ascórbico, com valores variando de 80 a 372 $mg.100g^{-1}$ (SEYMOUR et al., 1993), que pode ser influenciado pela condição de cultivo, clima e variedade (CHITARRA, 1996). JACOMINO et al. (2003) e CAVALINI (2004) constataram aumento do teor de ácido ascórbico nas goiabas durante o armazenamento, até o completo amadurecimento, podendo ser resultado da produção de precursores do ácido ascórbico na respiração (MERCADO-SILVA et al., 1998).

Na variedade ‘Kumagai’ os teores de ácido ascórbico variaram de 95 a 160 $mg.100g^{-1}$ de polpa (CAVALINI, 2004). Em goiabas ‘Pedro Sato’ os teores de ácido ascórbico variaram de 60 a 105 $mg.100g^{-1}$ de polpa (CAVALINI, 2004; OJEDA, 2001; XISTO, 2002).

O comércio de goiabas no Brasil ainda é limitado pela qualidade dos frutos, oriundos muitas vezes de um manejo inadequado na colheita e pós-colheita. A goiaba é um fruto que apresenta uma intensa atividade metabólica durante o amadurecimento e, portanto, uma vida útil muito curta após a colheita.

Por ser altamente perecível, a vida de prateleira da goiaba é de até 5 dias sob temperatura de $23^0C$ a $25^0C$, o que limita o seu período de transporte e armazenamento (ABREU, 2010). A alta perecibilidade é um aspecto fundamental, pois dificulta a participação da goiaba no mercado nacional e internacional, devido às perdas que ocorrem durante todo o percurso (XISTO et al., 2004).

Os atributos de qualidade da goiaba são influenciados por diversos fatores como condições climáticas do local de cultivo, práticas culturais, variedades e estádio de maturação, sendo que os principais fatores que depreciam a qualidade das goiabas são o rápido amolecimento e perda da coloração verde da casca, a incidência de podridões, o murchamento e a perda de brilho (JACOMINO et al., 2001).

### 2.3 Metil jasmonato na pós-colheita

Os Jasmonatos, que incluem as substâncias como Ácido Jasmônico (AJ) e seu derivado Metil Jasmonato (MJ), constituem um grupo de substâncias reguladoras endógenas do crescimento vegetal que ocorrem naturalmente e são produzidas por várias espécies vegetais (MEYER et al., 1984). O Metil Jasmonato foi isolado e identificado pela primeira

vez em 1962 como um constituinte do óleo essencial de *Jasminum grandiflorum* (DEMOLE et al., 1962). Posteriormente, foi isolado a partir de um fungo patogênico, *Lasiodiplodia theobromae* (ALDRIDGE et al., 1971). Entretanto, os primeiros efeitos fisiológicos do Metil Jasmonato só foram observados uma década depois.

O Metil Jasmonato promove respostas celulares a baixas concentrações, distantes do seu local de síntese e regula vários aspectos do crescimento, desenvolvimento do processo fisiológico das plantas, além de atuar no mecanismo de defesa e agir como sinalizador a diferentes condições de estresse bióticos e abióticos (CORTES, 2000; CREELMAN & MULLET, 1997; PARTHIER, 1990). Os efeitos desse hormônio no desenvolvimento das plantas são variados e inclui a inibição da germinação de sementes e do crescimento de caules e raízes, inibição da abertura estomática e da divisão celular, indução da formação de tubérculos (KODA, 1992), e resistência de plantas a insetos e patógenos (CREELMAN & MULLET, 1997). Estudos mostram a ação dos Jasmonatos sobre a senescência (FARMER & RYAN, 1990; MASON & MULLET, 1990), acúmulo de proteínas de armazenamento, desenvolvimento de embriões, biossíntese de metabólitos secundários (CARLETTI et al., 1999), e também desempenham um importante papel na formação de flores e frutos.

O Metil Jasmonato também está envolvido na proteção direta contra estresses bióticos causados por doenças, e desempenham papel central na sinalização que ativa a indução de defesa das plantas (GUNDLACH et al., 1992). Em condições de estresse para que o vegetal sobreviva este precisa “perceber” os estímulos, gerar e transmitir sinais e induzir alterações bioquímicas que ajustem o metabolismo de acordo com a situação de estresse. O Metil Jasmonato tem sido identificado como transdutor de sinais em plantas (ENYEDI et al., 1992).

Estudos comprovam que a aplicação de Metil Jasmonato aumenta os níveis de $H_2O_2$ no vegetal, acarretando na indução de enzimas antioxidantes envolvidas na atenuação do estresse oxidativo (PASTORI & TRIPPI, 1992). Dentre essas enzimas pode-se citar a superóxido dismutase, ascorbato peroxidase, glutationa redutase, peroxiredoxina, catalase e polifenol oxidase, além da ação enzimática, há a ação dos metabólitos, como a glutationa, ácido ascórbico,e carotenoides para desintoxicar as células.

Os níveis de Metil Jasmonato podem ser mais elevados em certos tecidos da planta do quem em outros, esses níveis variam em função do tecido, do tipo de célula e do estádio de desenvolvimento do vegetal (WASTERNACK & PATHIER, 1997).

O Metil Jasmonato é um compostos lipofílico e volátil à temperatura ambiente, sendo isso um fator importante para sua atividade fisiológica, pois pode agir como um hormônio gasoso em plantas, análogo ao etileno (FARMER & RYAN, 1990). Há várias maneiras de se

aplicar esse regulador nas plantas, por exemplo, pode ser aplicado como um gás em um ambiente fechado; pode ser aplicado misturado em uma pasta de lanolina e espalhado sobre os tecidos da planta. Em contraste, outra maneira de aplicação do Metil Jasmonato pode ser na forma líquida em uma solução hidropônica e também aplicado na forma de sprays contendo um agente tensoativo e uma pequena quantidade de solvente (acetona ou metanol) para dissolver o jasmonato. (ROHWER & ERWIN, 2008).

Segundo CREELMAN & MULLET (1997), a aplicação pós-colheita de Metil Jasmonato como um gás pode interferir no amadurecimento dos frutos, como exemplos: aumento da produção de etileno em frutas, como manga (LALEL et al., 2003 ), maçã ( FAN et al., 1997 ), ameixa japonesa ( *Prunus salicina* Lindl.) (KHAN & SINGH, 2007 ), pera ( *Pyrus communis* L.) ( KONDO et al., 2007 ); desenvolvimento de aroma ( FAN et al., 1997; LALEL et al., 2003; OLIAS et al., 1992); alterações de pigmento ( LALEL et al., 2003; PEREZ et al., 1993); degradação de clorofila e a formação de antocianina (CREELMAN & MULLET, 1997; PEREZ et al., 1997).

FAN et al. (1997) em estudo para determinar o efeito do Metil Jasmonato na regulação da maturação do fruto climatérico, em macieira e tomateiro, constataram que esse hormônio pode desempenhar um papel conjunto com etileno na regulação das etapas iniciais do amadurecimento dos frutos climatério.

Com o desenvolvimento da fruta é possível que os níveis de Metil Jasmonato aumentem gradualmente, conduzindo ao aumento da síntese de etileno e posterior amadurecimento do fruto. Em maçãs, a concentração de Metil Jasmonato endógeno é baixa nos estágios iniciais do desenvolvimento do fruto, seguido por um aumento até a colheita (KONDO et al., 2000). Em estudos com morango (GANSSER et al., 1997), cerejas ( *Prunus avium* L.) (KONDO et al., 2000) e uva ( *Vitis vinifera* L.) (KONDO & FUKUDA, 2001), foi demonstrado que o nível de Metil Jasmonato é maior na fase imatura e diminui durante o desenvolvimento do fruto.

A aplicação em pós-colheita do Metil Jasmonato é responsável por promover alterações nos atributos de qualidade de diversas frutas. MATTHEIS & FAN (1999), estudando o efeito do Metil Jasmonato na cor e na qualidade de maçãs ‘Golden delicious’ e ‘Fuji’ constatou que o tratamento com Metil Jasmonato promoveu mudanças de cor, como o desverdecimento, com perdas mínimas nos outros atributos de qualidade. CONCHA et al. (2013) observaram que o tratamento com Metil Jasmonato acelerou o amadurecimento de frutos de *Fragaria chiloensis* por meio de um aumento do ratio, do acúmulo de antocianina e redução na firmeza.

GONZALEZ-AGUILAR et al. (2003) constataram que o tratamento com Metil Jasmonato aumentou o teor de açúcares e reduziu os danos causados pelo frio em goiabas brancas e vermelhas. Também reduziu o dano causado pelo frio em limão (SIBOZA et al., 2010), uva e laranja (GHASEMNEZHAD et al., 2008).

Em um estudo com pêssegos, tratados com 1 μmol.$L^{-1}$ de Metil Jasmonato, MENG et al. (2009) observaram um aumento na atividade da enzima PG, o que pode levar a uma redução de lanosidade em frutos armazenados sob baixas temperaturas, 5°C. O aumento do teor de açúcar solúvel e a diminuição de ácidos orgânicos podem também ser consequência do uso de Metil Jasmonato, como visto em framboesas (WANG & ZHENG, 2005).

Em morangos verdes, a aplicação de Metil Jasmonato provocou um aumento da respiração e da produção de etileno, além da indução da biossíntese de antocianina e degradação de clorofila, enquanto diferentes respostas foram desencadeadas em frutos maduros (MUKKUN & SINGH, 2009; PEREZ et al., 1997). Em contrapartida, em mamão a aplicação de Metil Jasmonato diminuiu a respiração e a produção de etileno ( MASSUCATO, 2011). O Metil Jasmonato favoreceu o desenvolvimento da cor nos frutos de manga sem alterar a massa e a perda de firmeza quando armazenadas a 20 ºC (GONZALEZ-AGUILAR et al., 2001). O tratamento com Metil Jasmonato não afetou a firmeza de mangas 'Tommy Atkins' (GONZALEZ-AGUILAR et al., 2000) mas promoveu decréscimo da firmeza em morangos (PEREZ et al., 1997).

Isso sugere que o efeito da aplicação do Metil Jasmonato no amadurecimento dos frutos, é variável em diferentes estádios de desenvolvimento e também em diferentes espécies e cultivares. Segundo LEON & SANCHES-SERRANO (1999), fatores como, estado fisiológico da planta, assim como, as condições ambientais em que as mesmas se encontram influenciam nas respostas ao Metil Jasmonato. Os vários efeitos dos Metil Jasmonato como regulador vegetal estão relacionados, dentre outros fatores, à sua estrutura e à sua concentração, ou seja, o efeito desse regulador é variável de acordo com a concentração aplicada. Em algumas plantas altas concentrações de Metil Jasmonato (~100 μmol.$L^{-1}$) aplicado exogenamente promoveram a senescência (PARTHIER, 1991), isso está de acordo com ANDERSON (1989) e MASON & MULLET (1990), que observaram que concentrações elevadas de Metil Jasmonato (50 μmol.$L^{-1}$) induzem a senescência em culturas de células, e as concentrações mais baixas (1-10 μmol.$L^{-1}$) alteram as proteínas e mRNA sem induzir a senescência.

Resumindo, as respostas do fruto ao tratamento com Metil Jasmonato, aparentemente, estão associadas com a concentração aplicada deste regulador (BUTA & MOLINE, 1998;

PERES et al., 1993), ao estádio de desenvolvimento em que se encontra o fruto no momento da aplicação ( FAN et al., 1997) e a espécie/cultivar, o que pode estar relacionado a uma atividade distinta do Metil Jasmonato ao longo do desenvolvimento e amadurecimento dos frutos (PEREZ et al., 1997).

# 3 MATERIAL E MÉTODOS

## 3.1 Material vegetal

O experimento foi conduzido no laboratório de Pós-colheita de Produtos Agrícolas, localizado no Centro de Engenharia e Automação do Instituto Agronômico em Jundiaí-SP.

Foram utilizadas goiabas (*Psidium guajava* L) de duas variedades, a variedade 'Kumagai' de polpa branca, proveniente do pomar comercial localizado no município de Campinas-SP e a variedade 'Pedro Sato' de polpa vermelha, proveniente do município de Valinhos-SP. As goiabas foram colhidas em fevereiro ('Kumagai') e março ('Pedro Sato') ambas em dois estádios de amadurecimento segundo a coloração da casca, avaliada visualmente (Figura 1).

**Figura 1** - Estádios de maturação de goiabas da variedade ‘Kumagai’, estádio verde (A) e estádio amarelo (B) e da variedade ‘Pedro Sato’, estádio verde (C) e estádio amarelo (D), recém colhidas, e caracterizadas de acordo com a cor da casca.

Foram realizados dois experimentos com o mesmo método, sendo um para cada variedade.

Os frutos, depois de colhidos, foram selecionados quanto à uniformidade da cor, ausência de defeitos e de podridões, visando à homogeneização dos mesmos. Metade dos frutos foram fechados em tambores de 200 L (Figura 2) com circulação de ar forçada, por 24 h a 22ºC, contendo papel de filtro embebido com soluções de ( 1 e 10 µmol.$L^{-1}$ de Metil Jasmonato). A outra metade também foi mantida nas mesmas condições porem, o papel filtro foi embebido com água. Após o tratamento com Metil Jasmonato, os tambores foram abertos e ventilados por 4 horas e os frutos foram armazenados à temperatura de 25ºC e 80 a 90% de umidade relativa.

**Figura 2** - Tambor utilizado para o tratamento de Metil Jasmonato.

Durante o amadurecimento, foram feitas análises físico-químicas (cor da casca, firmeza da polpa, acidez titulável, sólidos solúveis, ácido ascórbico) e fisiológicas (respiração e produção de etileno), como descritas a seguir.

### 3.2 Avaliações:

#### 3.2.1 Respiração e produção de etileno

Para as determinações da respiração e produção de etileno foram utilizados 10 frutos com massa conhecida (média 165,9 g e 184,7 g para as goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato', respectivamente). As goiabas foram colocadas individualmente em frascos herméticos de vidro com capacidade de 250 mL. Os frascos foram fechados por 60 minutos e amostras de 1 mL de gás foram coletadas através do septo de silicone com auxilio de uma seringa própria para cromatografia. As amostras foram analisadas em cromatográfo a gás, marca Varian 450 - GC (BRUKER), equipado com um detector de ionização por chama (FID) e detector de condutividade térmica (TCD) para análise de $CO_2$ e etileno presentes nas amostras. As temperaturas da coluna, injetor, FID e TCD foram respectivamente 80, 120, 250 e 200 °C, e os fluxos de gases foram 20 mL·min$^{-1}$ para o hélio utilizado como gás de arraste, 30 mL min$^{-1}$ para o gás de hidrogênio, 300 mL min$^{-1}$ para o ar sintético e 20 mL min$^{-1}$ para o gás de referência do TCD.

Os resultados foram determinados pela diferença entre a concentração gasosa inicial (frascos fechados) e final (após 1 h), sempre pela comparação com padrões conhecidos de $CO_2$ e $C_2H_4$. Os resultados foram expressos em mL de $CO_2$ kg$^{-1}$ h$^{-1}$ e em µL $C_2H_4$ kg$^{-1}$ h$^{-1}$. As

determinações foram realizadas diariamente durante 7 dias para variedade ‘Kumagai’ e 4 dias para a variedade ‘Pedro Sato’, datas em que os frutos de ambas variedades já se apresentavam senescentes.

### 3.2.2 Avaliações físico-químicas

#### 3.2.2.1 Cor da Casca

A cor da casca das goiabas foi determinada com o colorímetro (Minolta, CR-300, Osaka, Japan), em sistema L C ºH, tomando-se duas leituras por fruto na região de maior diâmetro dos frutos. Os resultados foram expressos em ºH, considerando-se a média das duas leituras por fruto.

#### 3.2.2.2 Firmeza da polpa

A firmeza da polpa foi determinada com penetrômetro digital (53200 Tr Turoni, Itália), com ponteira de 8 mm, tomando-se 2 leituras em lados opostos na região de maior diâmetro dos frutos. A casca da fruta foi previamente removida com o auxilio de um descascador manual. Os dados foram expressos em Newtons (N), considerando-se a média das duas leituras por fruto.

#### 3.2.2.3 Acidez Titulável (AT)

Para a determinação da acidez titulável 10 g da polpa foram diluídas em 90 mL de água destilada. A titulação foi feita com hidróxido de sódio (0,1 N) até que a solução atingisse pH 8,1 (ponto de virada da fenolftaleína) (CARVALHO et al., 1990). Os resultados foram expressos em g de ácido cítrico por 100 g de polpa.

#### 3.2.2.4 Sólidos Solúveis (SS)

Para a determinação de sólidos solúveis, aproximadamente três gotas do suco da polpa dos frutos foram avaliadas em refratômetro digital com correção automática de temperatura (Atago PR-101, Atago Co Ltda., Tókio, Japão). Os resultados foram expressos em ºBrix.

#### 3.2.2.5 Ácido Ascórbico

Para a determinação do ácido ascórbico, 5g do suco da polpa das goiabas foram diluídos em 25 mL de ácido oxálico 1%. A titulação foi realizada com solução de 2,6-diclorofenol-indofenol (CARVALHO et al., 1990) e os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100 g de polpa.

### 3.3 Delineamento experimental e análise dos resultados

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial triplo (2 estádios de amadurecimento x 3 concentrações de MJ x dias de armazenamento).

Para as análises de respiração e produção de etileno foram utilizados 10 repetições constituídas por um fruto. Para as análises físico-químicas foram utilizadas 4 repetições de 2 frutos. Durante o armazenamento os frutos foram analisados diariamente quanto à respiração e produção de etileno, cor da casca e firmeza da polpa, e analisados em dias alternados quanto a acidez titulável, sólidos solúveis e ácido ascórbico.

Os dados coletados foram submetidos à analise de variância e a comparação de média foi pelo teste de Tukey a 5%, utilizando o programa ASSISTAT.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Primeiro experimento (Goiaba 'Kumagai')

#### 4.1.1 Atividade respiratória e produção de etileno

Goiabas colhidas no estádio verde não apresentaram típico padrão climatérico na respiração durante o armazenamento. Tanto nos frutos tratados quanto naqueles que não receberam a aplicação de Metil Jasmonato, a respiração foi constante até o quinto dia de amadurecimento, com valores médios de 33 mL de $CO_2$ $kg^{-1}h^{-1}$. Somente a partir do quinto dia houve aumento significativo ($P \leq 0,05$) na atividade respiratória das goiabas tratadas e não tratadas, que no sétimo dia atingiram valores de 53 mL e 57 mL de $CO_2$ $kg^{-1}h^{-1}$, respectivamente. Não houve diferença entre os tratamentos durante o período de armazenamento ($P \geq 0,05$) (Figura 3A).

Também não foi observado típico padrão climatérico de respiração durante o amadurecimento de goiabas colhidas no estádio amarelo. Os frutos não tratados com Metil Jasmonato permaneceram com valores constantes de produção de $CO_2$, apresentando aumento significativo somente no sexto dia de armazenamento ($P \leq 0,05$) atingindo valores médios de 37 mL de $CO_2$ $kg^{-1}h^{-1}$ até o final do período de armazenamento. Comportamento semelhante foi observado para aqueles frutos tratados com 1 e 10 $\mu mol.L^{-1}$ de Metil Jasmonato. Esses frutos apresentaram aumento na respiração a partir do quinto e quarto dia, respectivamente,

atingindo valores de 41 e 55 mL de $CO_2$ $kg^{-1}h^{-1}$ (Figura 3B). Frutos colhidos no estádio amarelo e tratados com Metil Jasmonato, independente da concentração do produto, apresentaram respiração mais elevada quando comparados aos frutos colhidos no mesmo estádio e que não receberam a aplicação do regulador (P≤0,05).

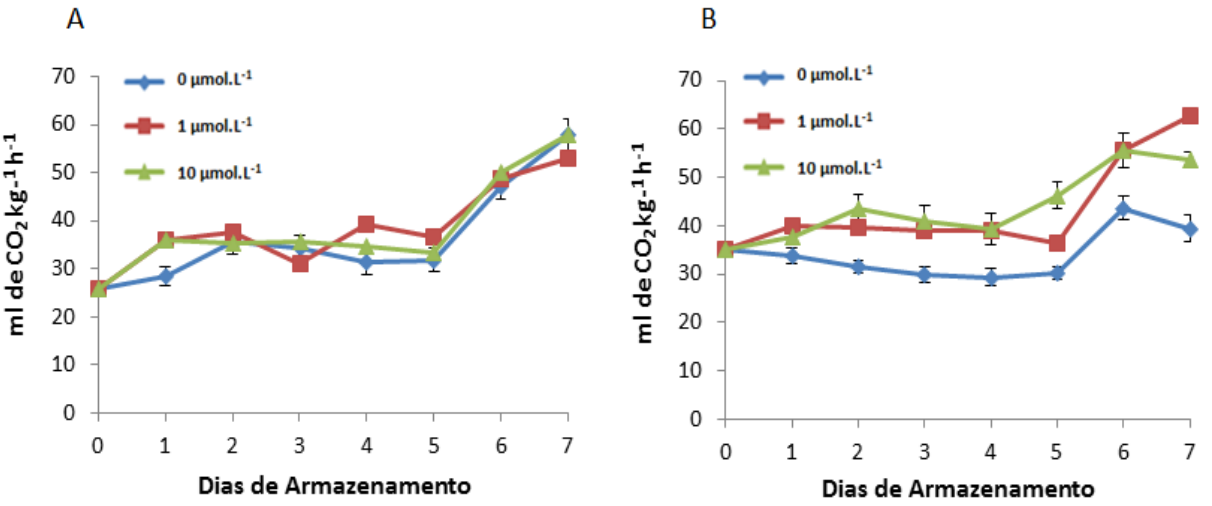


**Figura 3** – Respiração de goiabas 'Kumagai' colhidas nos estádios verde (A) e amarelo (B), tratadas com Metil Jasmonato e armazenadas a 25°*C* e 85-90% UR por 7 dias.

Goiabas colhidas no estádio verde, tratadas e não tratadas apresentaram aumento na produção de etileno ao longo do armazenamento (P≤0,05) e, na maior parte do período estudado, sem diferença entre os tratamentos. Somente no final do armazenamento, no sexto dia, os frutos tratados com 10 µmol.$L^{-1}$ de Metil Jasmonato apresentaram maior produção de etileno quando comparados àqueles que não receberam o Metil Jasmonato (P≤0,05) (Figura 4A). A produção máxima de etileno para os frutos não tratados e os tratados com 1 e 10 µmol.$L^{-1}$ de Metil Jasmonato foi de 16,4; 18 e 21,7 µL de $C_2H_4$ $kg^{-1}h^{-1}$ respectivamente. Não houve diferença na produção de etileno entre os tratamentos com 1 e 10 µmol.$L^{-1}$ de Metil Jasmonato.

Também foi observado aumento na produção de etileno das goiabas colhidas no estádio amarelo sem tratamento com Metil Jasmonato (Figura 4B). Comparativamente com as goiabas colhidas no estádio verde, as colhidas no estádio amarelo e não tratadas apresentaram produção maior de etileno com valores máximos de 23,3 µL de $C_2H_4$ $kg^{-1}h^{-1}$ aos cinco dias de armazenamento. Diferentemente dos frutos que não receberam o Metil Jasmonato, frutos tratados com 1 e 10 µmol.$L^{-1}$ de Metil Jasmonato apresentaram pico de produção de etileno

aos 4 e 5 dias, respectivamente. No quarto dia os frutos tratados com 1 µmol.L$^{-1}$ apresentaram maiores valores de produção de etileno, 28 µL de $C_2H_4$ kg$^{-1}$h$^{-1}$, quando comparados ao frutos do tratamento com 10 µmol.L$^{-1}$ e aos frutos que não receberam o regulador. Já no quinto dia os frutos tratados com 10 µmol.L$^{-1}$ apresentaram maiores valores de produção de etileno, 31 µL de $C_2H_4$ kg$^{-1}$h$^{-1}$, quando comparados ao frutos do tratamento com 1 µmol.L$^{-1}$ e aos frutos que não receberam o regulador.

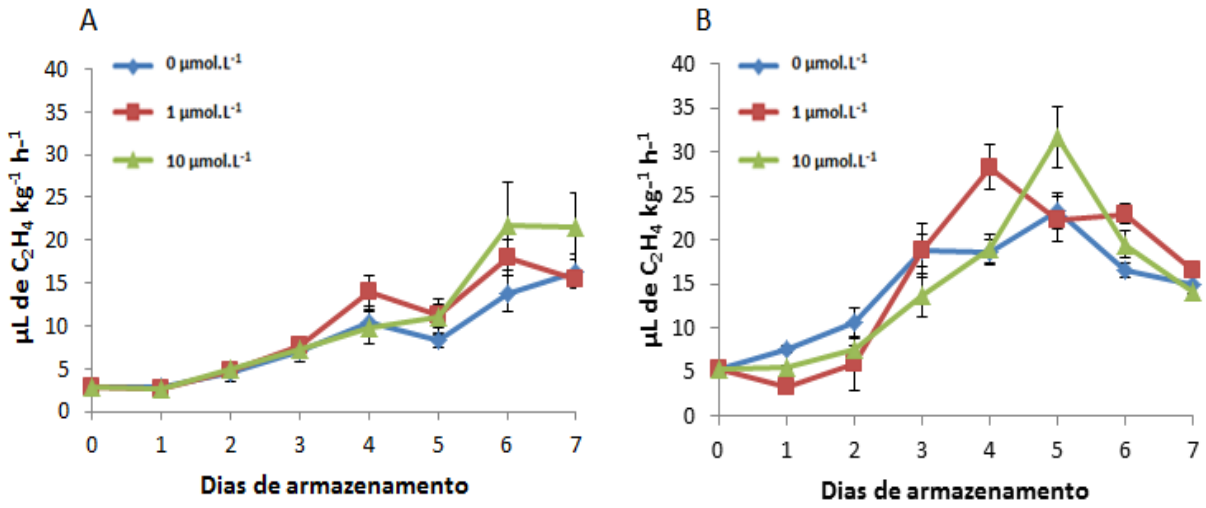


**Figura 4** – Produção de etileno de goiabas 'Kumagai' colhidas nos estádios verde (A) e amarelo (B), tratadas com Metil Jasmonato e armazenadas a 25°*C* e 85-90% UR por 7 dias.

### 4.1.2 Avaliações físico-químicas

Firmeza

Independente do tratamento, as goiabas colhidas no estádio verde perderam firmeza ao longo do armazenamento, principalmente nos três primeiros dias (P≤0,05). Somente no primeiro dia foi observada diferença significativa na firmeza dos frutos, os frutos do tratamento de 10 µmol.L$^{-1}$ de Metil Jasmonato apresentaram maior firmeza da polpa, seguido pelos frutos que não receberam o regulador, e os frutos do tratamento de 1 µmol.L$^{-1}$ de Metil Jasmonato foram os que apresentaram menor firmeza da polpa nesse dia (P≤0,05) (Figura 5A). Em goiabas colhidas no estádio amarelo (Figura 5B) houve perda da firmeza da polpa das goiabas tratadas e não tratadas com Metil Jasmonato durante o armazenamento (P≤0,05), sem diferença significativa entre os tratamentos (P≥0,05). Frutos do estádio verde

apresentaram maiores valores de firmeza da polpa até o terceiro dia de armazenamento, quando comparados àqueles colhidos no estádio amarelo.

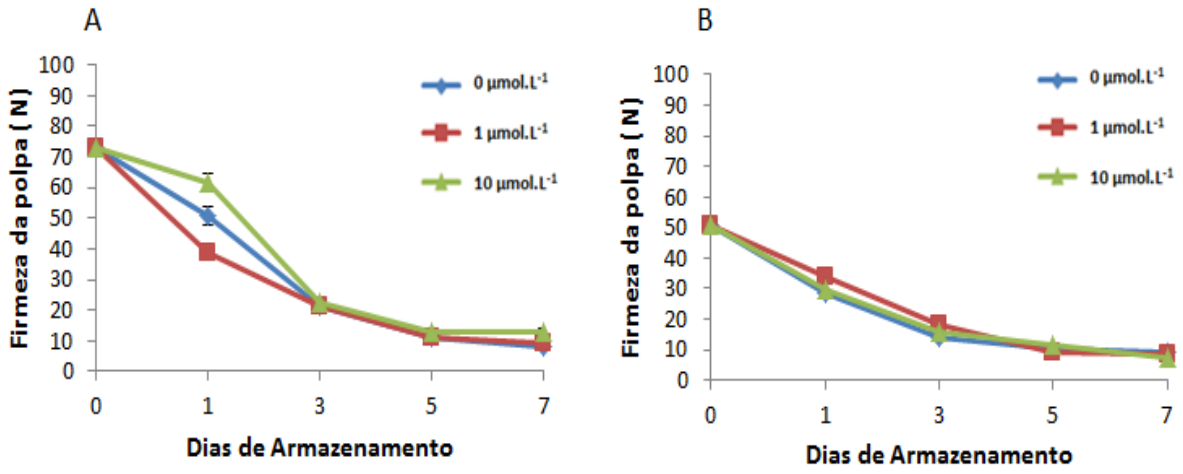


**Figura 5** – Firmeza da polpa de goiabas 'Kumagai' colhidas nos estádios verde (A) e amarelo (B), tratadas com Metil Jasmonato e armazenadas a 25°*C* e 85-90% UR por 7 dias.

Cor da casca

Na colheita, o valor médio de H$^{o}$ para as goiabas verdes foi de 111$^{o}$ e para as amarelas foi de 109$^{o}$. Frutos colhidos no estádio verde e tratados com Metil Jasmonato perderam a coloração verde da casca mais rapidamente quando comparados àqueles frutos que não receberam a aplicação do regulador (Figuras 6A) (P≤0,05). Esse efeito da aplicação do Metil Jasmonato foi mais evidente do quarto ao sexto dia de armazenamento (P≤0,05). Não houve diferença significativa na perda da coloração quando comparados os frutos tratados com 1 e 10 µmol.L$^{-1}$ de Metil Jasmonato. Para frutos colhidos no estádio amarelo (Figura 6B), também houve influência do regulador na coloração da casca. No início do armazenamento, principalmente entre os primeiros três dias, e também no sexto dia, os frutos tratados perderam a coloração verde mais rapidamente (P≤0,05). Não houve diferença significativa na perda de coloração dos frutos quando comparados os tratamentos com 1 e 10 µmol.L$^{-1}$ de Metil Jasmonato.

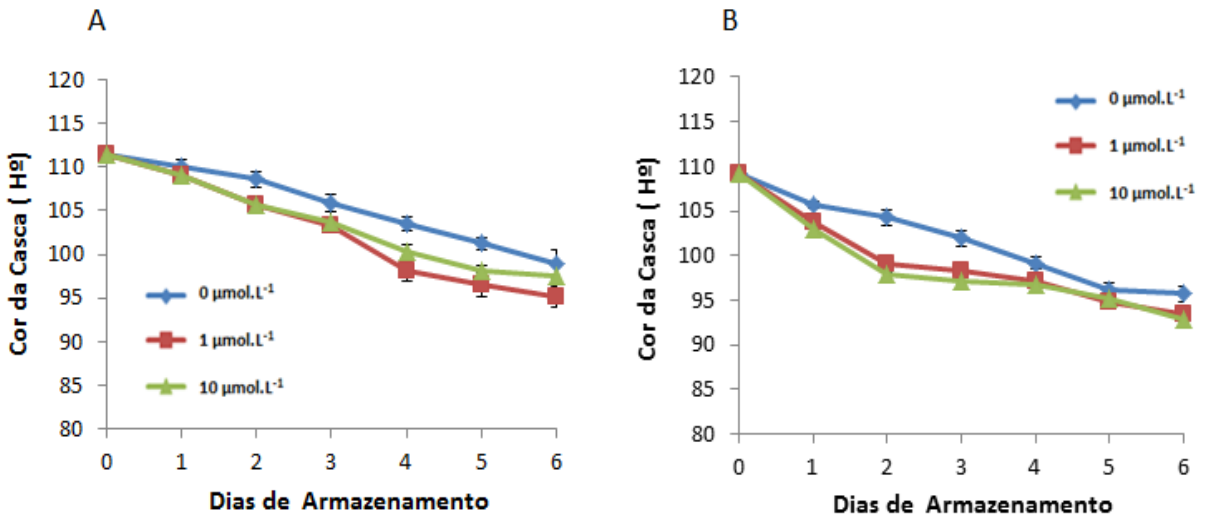


**Figura 6** – Cor da casca de goiabas ‘Kumagai’ colhidas nos estádios verde (A) e amarelo (B), tratadas com Metil Jasmonato e armazenadas a 25°*C* e 85-90% UR por 7 dias.

Luminosidade

Observou-se um discreto aumento na luminosidade durante o amadurecimento das goiabas, independente do tratamento e estádio de maturação no momento de colheita (Figura 7) (P≤0,05). Houve pouca influência da aplicação do Metil Jasmonato na luminosidade da casca de goiabas ‘Kumagai’. Observou-se maior luminosidade nos frutos verdes tratados com Metil Jasmonato (P≤0,05), principalmente entre o quarto e sexto dias. A influencia do regulador na luminosidade da casca também foi discreta nos frutos colhidos no estádio amarelo, apenas no segundo e terceiro dia, os frutos tratados apresentaram maior luminosidade quando comparados aos frutos que não receberam o regulador (P≤0,05). Não houve diferença significativa na luminosidade quando comparados os frutos tratados com 1 e 10 µmol.$L^{-1}$ de Metil Jasmonato.

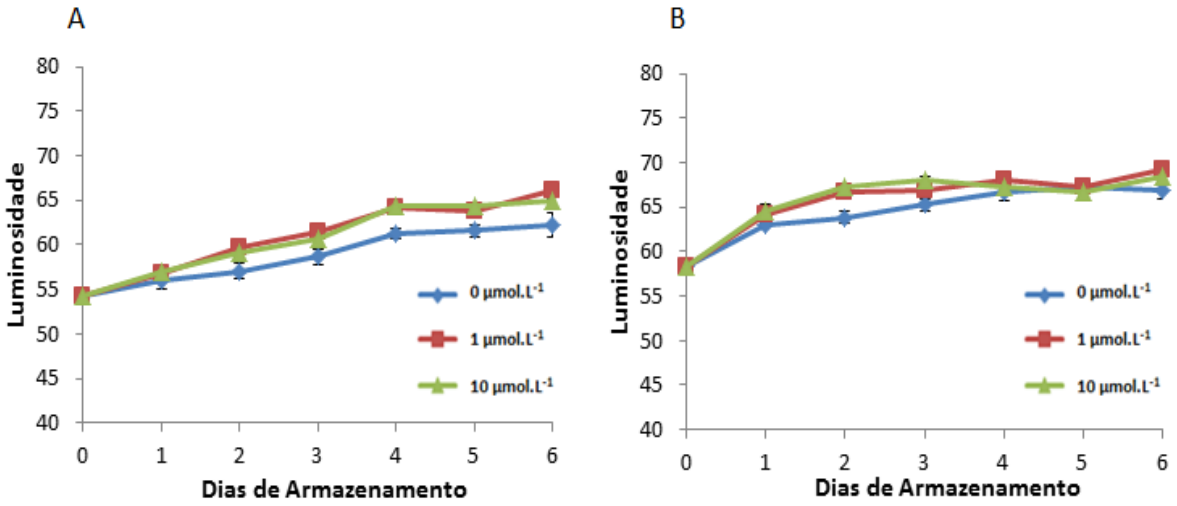


**Figura 7** – Luminosidade de goiabas 'Kumagai' colhidas nos estádios verde (A) e amarelo (B), tratadas com Metil Jasmonato e armazenadas a 25°*C* e 85-90% UR por 7 dias.

Acidez

Frutos colhidos no estádio verde e tratados com 1 µmol.$L^{-1}$ de Metil Jasmonato apresentaram perda maior da acidez ao longo do amadurecimento comparativamente com os frutos tratados com 10 µmol.$L^{-1}$ de Metil Jasmonato e com os frutos que não receberam o regulador (Figura 8A). No momento da colheita esses frutos tinham 0,64 % de ácido cítrico e ao sétimo dia os valores estavam em 0,49 %. O teor de acidez nos frutos não tratados não apresentou variação durante o armazenamento (P≥0,05). No estádio amarelo frutos tratados e não tratados permaneceram com teores de acidez com poucas variações durante o armazenamento, não apresentando aumento nem decréscimo significativo, também não se observou diferenças entre os tratamentos (P≥0,05) (Figura 8B).

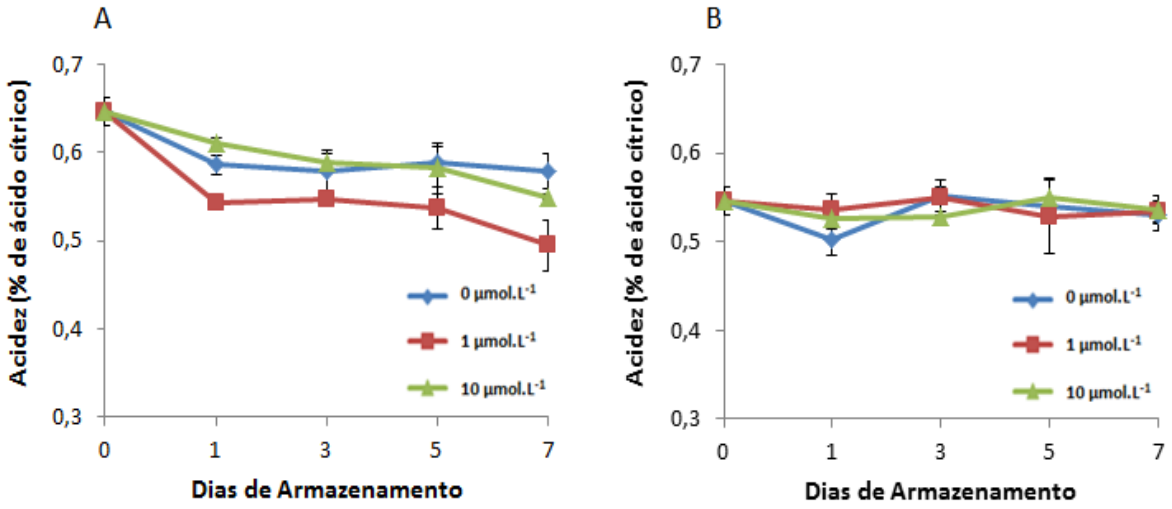


**Figura 8** – Acidez de goiabas 'Kumagai' colhidas nos estádios verde (A) e amarelo (B), tratadas com Metil Jasmonato e armazenadas a 25°*C* e 85-90% UR por 7 dias.

Sólidos solúveis

Não houve diferença significativa quando comparamos o teor de sólidos solúveis dos frutos verdes no dia da colheita e ao final do armazenamento. Os frutos apresentaram 8,9 $^{0}$Brix na colheita e 9,2 $^{0}$Brix ao final do período estudado. Foi observada diferença significativa nos teores de SS entre os frutos que não foram tratados e os frutos tratados com 1 µmol.L$^{-1}$ de Metil Jasmonato somente no terceiro dia, no entanto, essa diferença foi isolada e não se manteve durante o armazenamento (Figura 9A). Para os frutos colhidos no estádio amarelo, o teor inicial de sólidos solúveis foi de 8,5 $^{0}$Brix, e ao final do armazenamento os os frutos apresentavam de 8,2; 8,9 e 9,7 $^{0}$Brix para os frutos que não receberam o regulador, 1 e 10 µmol.L$^{-1}$ de Metil Jasmonato respectivamente, com diferença significativa entre os frutos sem o regulador e os frutos com 10 µmol.L$^{-1}$ de Metil Jasmonato (Figura 9B). Também foi observada diferença significativa entre os teores de sólidos solúveis dos frutos que não receberam o regulador e dos frutos tratados com 1 µmol.L$^{-1}$ de Metil Jasmonato no primeiro e terceiro dia. Não houve diferenças entre os teores de sólidos solúveis dos frutos quando comparado os tratamentos com 1 e 10 µmol.L$^{-1}$ de Metil Jasmonato.

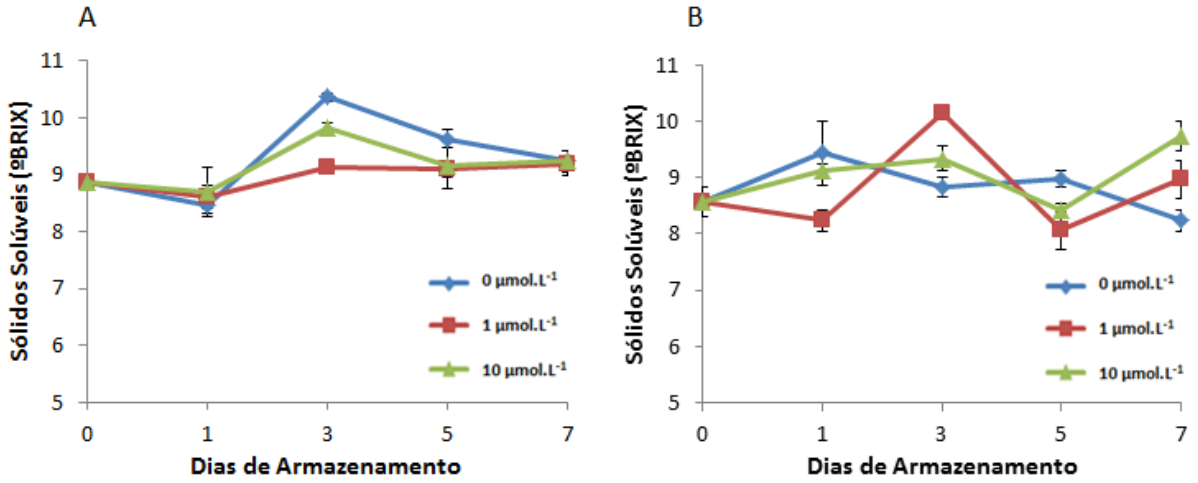


**Figura 9** – Sólidos Solúveis de goiabas 'Kumagai' colhidas nos estádios verde (A) e amarelo (B), tratadas com Metil Jasmonato e armazenadas a 25°*C* e 85-90% UR por 7 dias.

Ácido ascórbico

Houve aumento no teor de ácido ascórbico nos frutos colhidos no estádio verde a partir do primeiro dia de armazenamento (Figura 10A). Frutos que não foram tratados com Metil Jasmonato e que na colheita apresentavam valores de 57,6 mg de ácido ascórbico.100g$^{-1}$ de polpa tinham 84,3 mg de ácido ascórbico.100g$^{-1}$ de polpa no sétimo dia. Esse aumento foi intensificado pela aplicação de Metil Jasmonato. No sétimo dia de armazenamento, enquanto os frutos que não receberam Metil Jasmonato apresentavam 84,3 mg de ácido ascórbico.100g$^{-1}$ de polpa os tratados com 1 e 10 µmol.L$^{-1}$ de Metil Jasmonato apresentavam 91,7 e 95,3 mg de ácido ascórbico.100g$^{-1}$ de polpa respectivamente (P≤0,05). Porém, só houve diferença significativa no teor de ácido ascórbico no quinto dia, entre os frutos que não receberam o regulador e os frutos tratados com 10 µmol.L$^{-1}$ de Metil Jasmonato. No estádio amarelo, o teor de ácido ascórbico dos frutos na colheita foi de 83 mg de ácido ascórbico.100g$^{-1}$ de polpa e ao final do armazenamento foi de 80; 93 e 82 mg de ácido ascórbico.100g$^{-1}$ de polpa para os frutos não tratados e tratados com 1 e 10 µmol.L$^{-1}$ de Metil Jasmonato, respectivamente. No quinto dia os frutos sem a aplicação do regulador apresentaram menores teores de ácido ascórbico quando comparados aos tratamentos com Metil Jasmonato, porém, sem diferenças entre as duas concentrações aplicadas (P≤0,05).

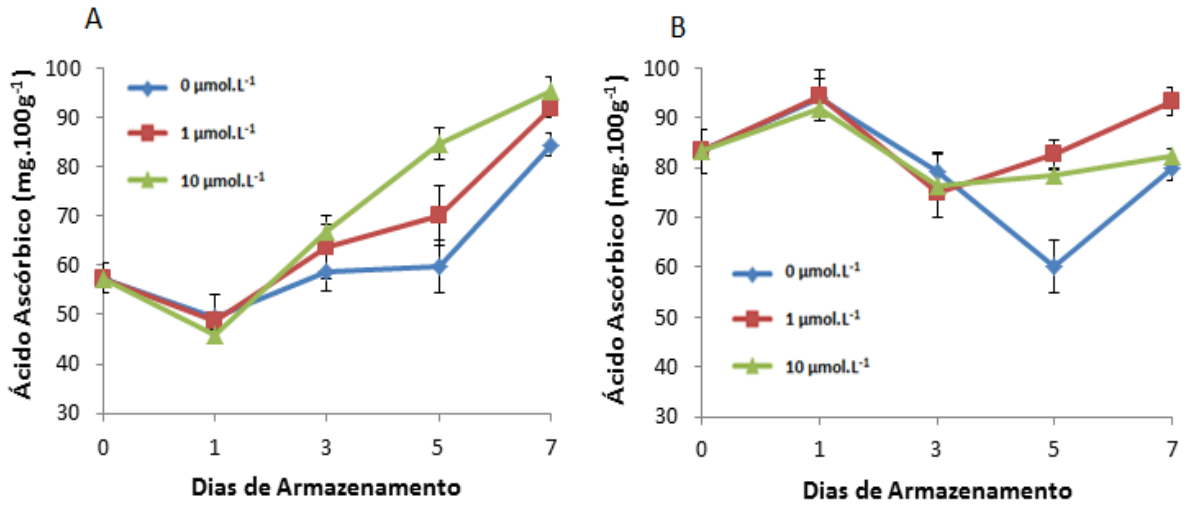


**Figura 10** – Ácido ascórbico de goiabas 'Kumagai' colhidas nos estádios verde (A) e amarelo (B), tratadas com Metil Jasmonato e armazenadas a 25°*C* e 85-90% UR por 7 dias.

## 4.2 Segundo experimento (Goiaba 'Pedro Sato')

### 4.2.1 Atividade respiratória e produção de etileno

Goiabas colhidas no estádio verde não apresentaram típico padrão climatérico na respiração durante o armazenamento. Tanto para os frutos tratados quanto para aqueles que não receberam a aplicação de Metil Jasmonato, a respiração apresentou poucas variações até o terceiro dia de amadurecimento, com valores médios de 20,3 mL de $CO_2$ $kg^{-1}h^{-1}$ ($P \geq 0,05$). Não houve influência significativa do tratamento com Metil Jasmonato na respiração de goiabas verdes, somente no segundo dia de armazenamento a respiração dos frutos tratados foi estatisticamente maior quando comparada àqueles frutos sem o tratamento (Figura 11A). Também para goiabas colhidas no estádio amarelo, os valores de respiração permaneceram com poucas variações ao longo do armazenamento, no primeiro dia os frutos tratados apresentaram maiores valores de respiração que os frutos não tratados, e no terceiro dia os frutos tratados com 1 µmol.$L^{-1}$ de Metil Jasmonato apresentaram menor respiração quando comparados ao frutos que não receberam o regulador e aos frutos tratados com 10 µmol.$L^{-1}$ de Metil Jasmonato (Figura 11B).

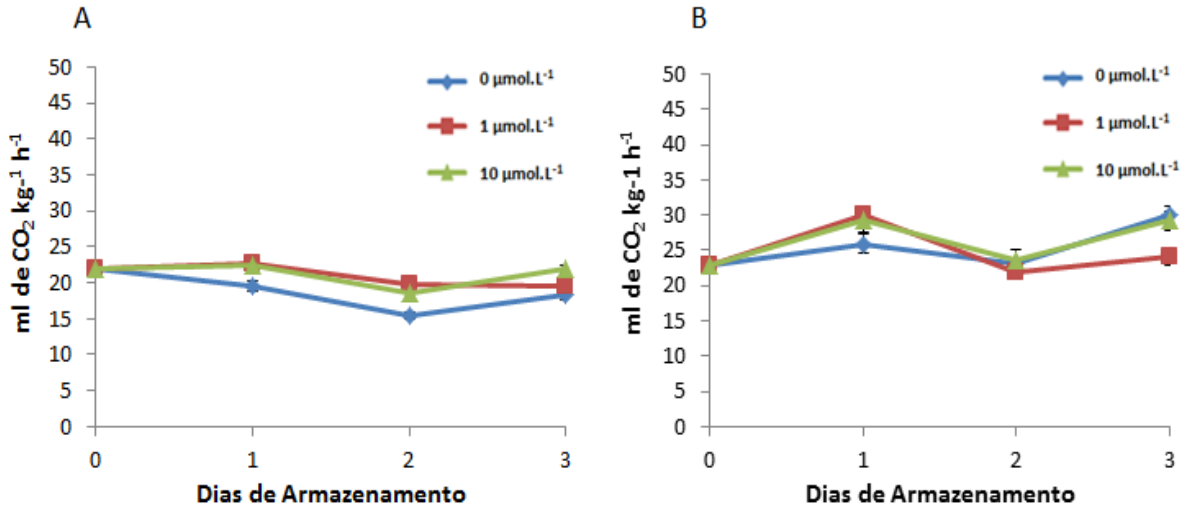


**Figura 11** – Respiração de goiabas 'Pedro Sato' colhidas nos estádios verde (A) e amarelo (B), tratadas com Metil Jasmonato e armazenadas a 25°*C* e 85-90% UR por 3 dias.

Observou-se em goiabas colhidas no estádio verde (Figura 12A) que, a produção de etileno permaneceu baixa ao longo do armazenamento, independente do tratamento (P≥0,05). Já para as goiabas colhidas no estádio amarelo, foi observado aumento na produção de etileno até o terceiro dia de armazenamento. Frutos que no momento da colheita produziam 7,8 µL de $C_2H_4$ $kg^{-1}h^{-1}$ atingiram em média 22,8 µL de $C_2H_4$ $kg^{-1}h^{-1}$ no final do período estudado. Não houve influência do tratamento com Metil Jasmonato, e também não houve diferença da produção de etileno quando comparadas as duas concentrações de Metil Jasmonato utilizadas (P≥0,05) (Figura 12B).

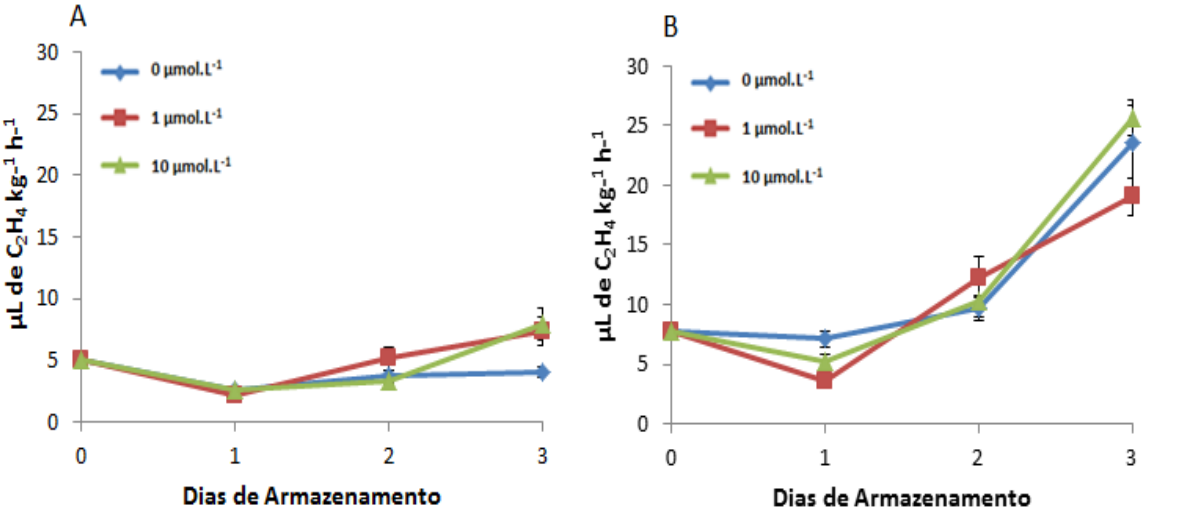


**Figura 12** – Produção de etileno de goiabas 'Pedro Sato' colhidas nos estádios verde (A) e amarelo (B), tratadas com Metil Jasmonato e armazenadas a 25°*C* e 85-90% UR por 3 dias.

### 4.2.2 Avaliações físico-químicas

Firmeza

Frutos verdes, colhidos com firmeza de 53,5 N, perderam a firmeza ao longo do amadurecimento atingindo valores de 10 N aos quatro dias de amadurecimento. Não houve influência dos tratamentos com Metil Jasmonato na perda de firmeza (Figura 13A). Frutos colhidos no estádio amarelo apresentaram firmeza inicial de 26,6 N, mas também para esses frutos foi observado decréscimo de firmeza ao longo do armazenamento, atingindo valores de 6,5 N ao final do período estudado. Não se observou influência dos tratamentos na perda de firmeza (P≥0,05) (Figura 13B).

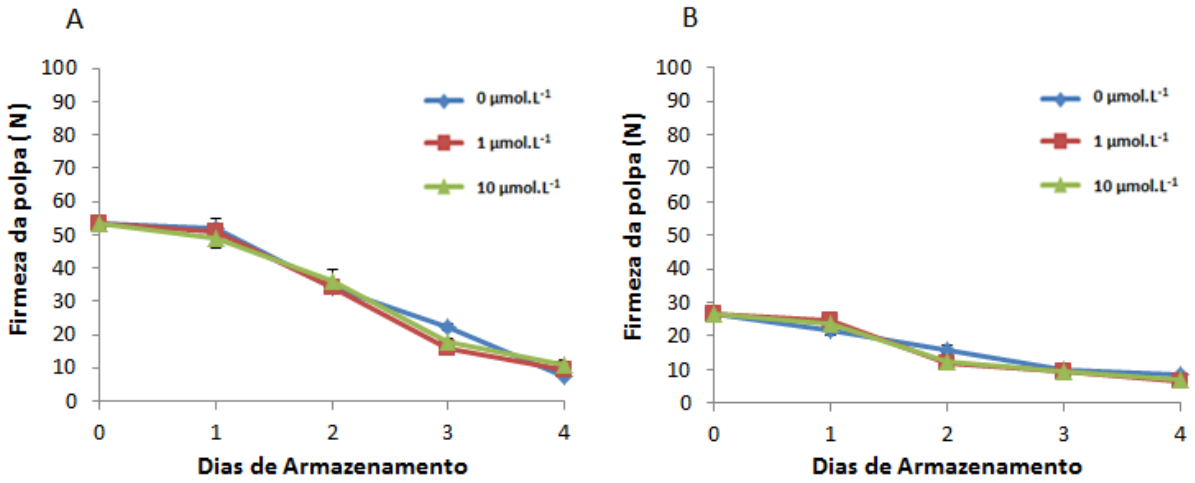


**Figura 13** – Firmeza da polpa de goiabas 'Pedro Sato' colhidas nos estádios verde (A) e amarelo (B), tratadas com Metil Jasmonato e armazenadas a 25°*C* e 85-90% UR por 4 dias.

Cor da Casca

Tanto as goiabas colhidas no estádio verde quanto às colhidas no estádio amarelo apresentaram perda da coloração verde da casca ao longo do armazenamento, independente do tratamento (P≤0,05) (Figura 14). Houve discreta influência do regulador na perda de coloração verde para frutos colhidos no estádio verde (Figura 14A). Somente no terceiro dia frutos tratados com 1 µmol.$L^{-1}$ de Metil Jasmonato apresentaram coloração mais amarela da casca quando comparados aos demais tratamentos (P≤0,05). Frutos colhidos no estádio amarelo e tratados com 10 µmol.$L^{-1}$ de Metil Jasmonato apresentaram coloração da casca

mais amarelada no segundo e terceiro dia de armazenamento quando comparado aos frutos que não receberam o regulador. (P≤0,05) (Figuras 14B e 16).

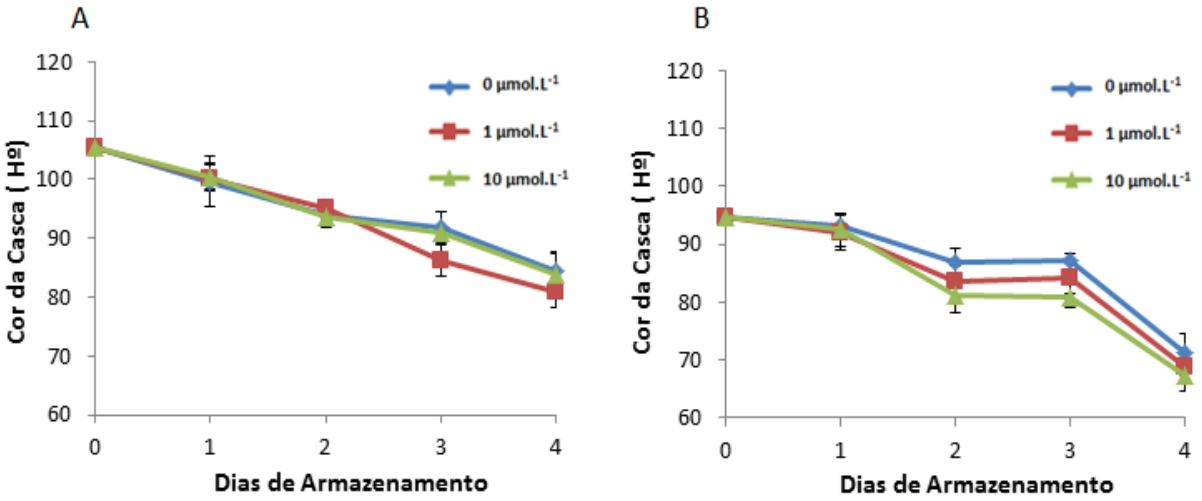


**Figura 14** – Cor da casca de goiabas 'Pedro Sato' colhidas nos estádios verde (A) e amarelo (B), tratadas com Metil Jasmonato e armazenadas a 25°*C* e 85-90% UR por 4 dias.

Luminosidade

Durante o armazenamento das goiabas verdes, não houve aumento significativo da luminosidade bem como diferença significativa entre os tratamentos (P≥0,05) (Figura 15A). Não houve alteração da luminosidade da casca durante o amadurecimento de frutos colhidos no estádio amarelo, à exceção do quarto dia em que os frutos tratados com 10 µmol.$L^{-1}$ de Metil Jasmonato apresentaram menor luminosidade que os frutos sem tratamento (Figura 15B).

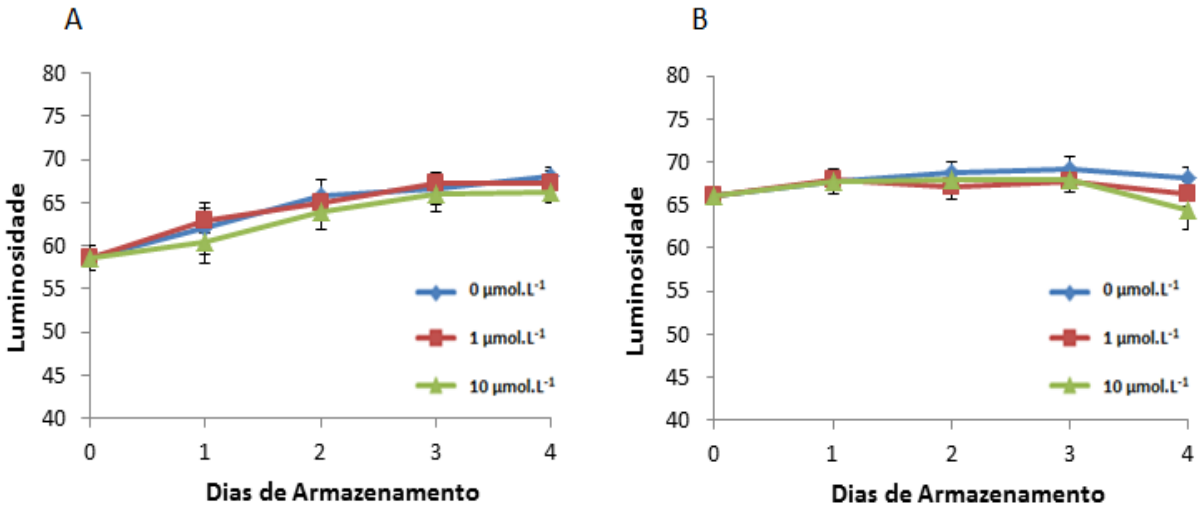


**Figura 15** – Luminosidade de goiabas ‘Pedro Sato’ colhidas nos estádios verde (A) e amarelo (B), tratadas com Metil Jasmonato e armazenadas a 25°*C* e 85-90% UR por 4 dias.

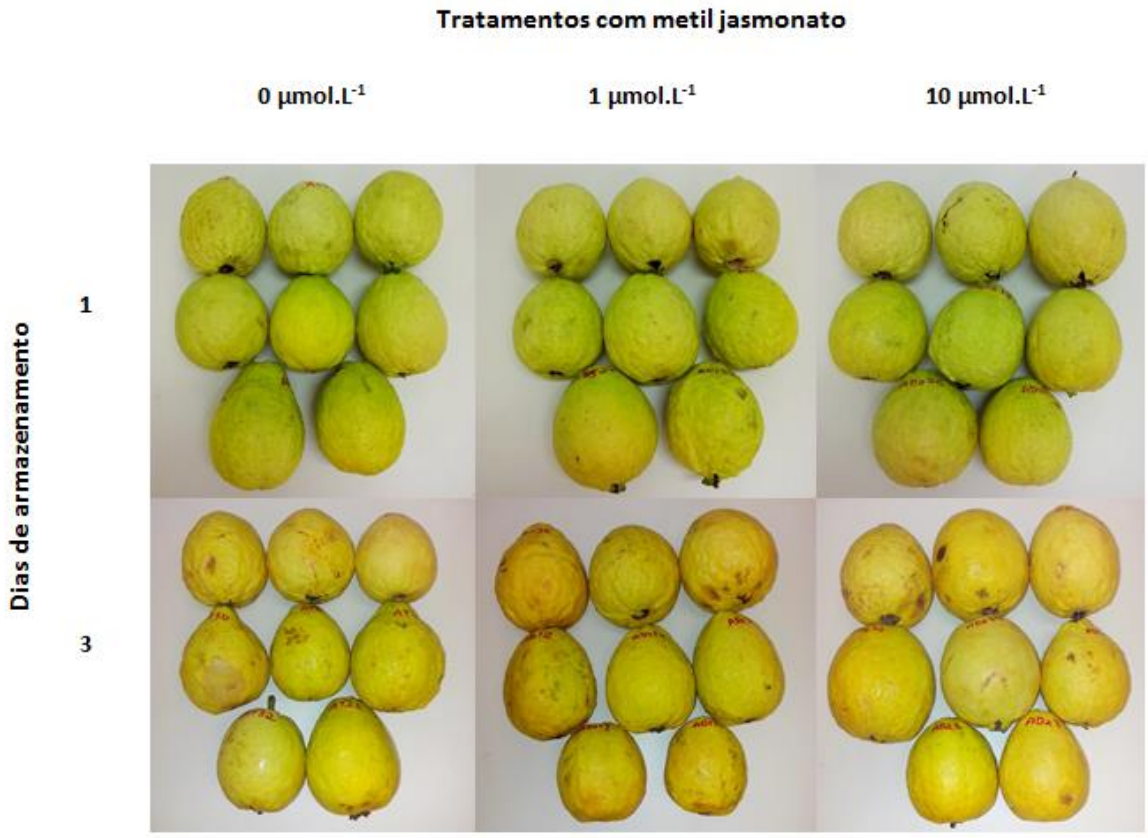


**Figura 16** - Cor da casca de goiabas ‘Pedro Sato’ colhidas no estádio amarelo, tratadas com Metil Jasmonato e armazenadas a 25°*C* e 85-90% UR.

Acidez Titulável

Frutos colhidos no estádio verde apresentaram teores de acidez maiores quando comparados àqueles que foram colhidos no estádio amarelo. Independente do ponto de colheita não houve variação significativa da acidez ao longo do amadurecimento. Também não foi observada qualquer influência do tratamento com Metil Jasmonato no teor de acidez dos frutos verdes e amarelos (P≥0,05) (Figura 17).

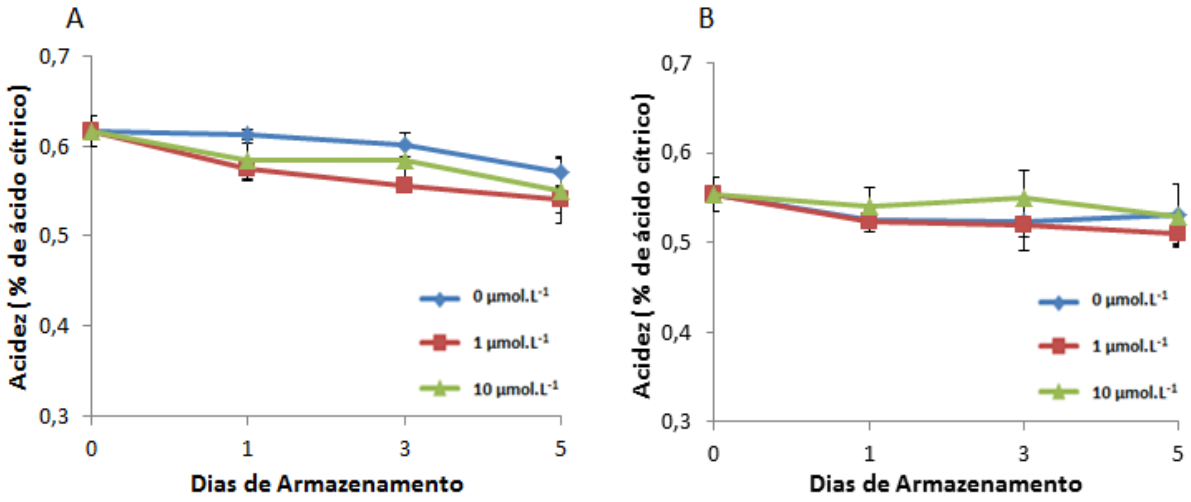


**Figura 17** – Acidez titulável de goiabas 'Pedro Sato' colhidas nos estádios verde (A) e amarelo (B), tratadas com Metil Jasmonato e armazenadas a 25°*C* e 85-90% UR por 5 dias.

Sólidos Solúveis

Houve aumento no teor de sólidos solúveis nos frutos colhidos no estádio verde (Figura 18A), que no momento da colheita apresentavam 8,5 $^{0}$Brix aumentando para em média 9,8 $^{0}$Brix no quinto dia de amadurecimento. Não foi observada alteração nos sólidos solúveis em função da aplicação do Metil Jasmonato (P≤0,05). Frutos colhidos no estádio amarelo apresentavam inicialmente valores mais altos de sólidos solúveis quando comparados àqueles que foram colhidos mais verdes. Não houve variação significativa no teor de sólidos solúveis durante o amadurecimento dos frutos colhidos no estádio amarelo, nem qualquer influência do tratamento com Metil Jasmonato (Figura 18B).

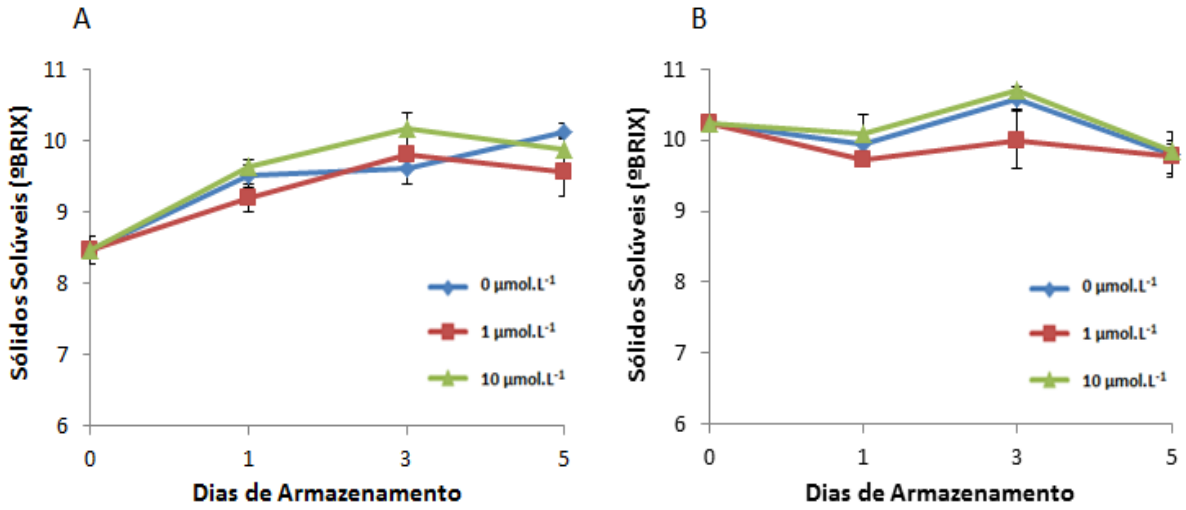


**Figura 18** – Sólidos Solúveis de goiabas 'Pedro Sato' colhidas nos estádios verde (A) e amarelo (B), tratadas com Metil Jasmonato e armazenadas a 25°*C* e 85-90% UR por 5 dias.

Ácido Ascórbico

Considerando todo o período de amadurecimento dos frutos colhidos no estádio verde, não foram observados variações no teor de ácido ascórbico (Figura 19A). Os frutos que quando colhidos apresentavam 87 mg de ácido ascórbico.100g$^{-1}$ de polpa, ao final do período estudado tinham, em média, 87,5 mg de ácido ascórbico.100g$^{-1}$ de polpa. Comparando-se os tratamentos, somente no terceiro dia frutos tratados com 10 µmol.L$^{-1}$ de Metil Jasmonato apresentavam teores mais baixos de ácido ascórbico quando comparados aos frutos dos demais tratamentos, porém essa diferença foi pontual e não se manteve até o final do amadurecimento. Frutos colhidos no estádio amarelo também não apresentaram grandes variações quando considerado todo o período de amadurecimento (Figura 19B).

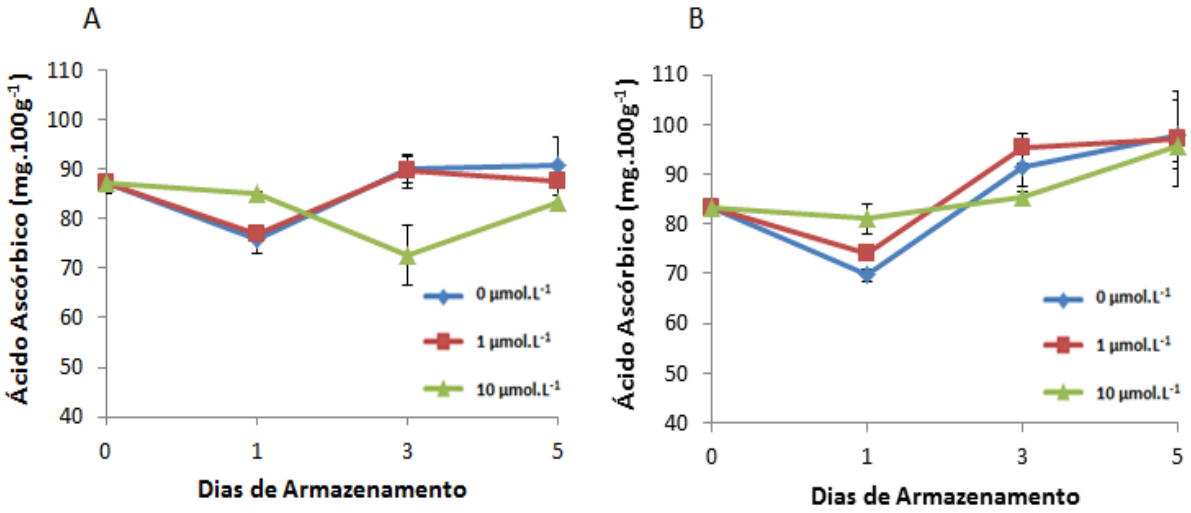


**Figura 19** – Ácido ascórbico de goiabas ‘Pedro Sato’ colhidas nos estádios verde (A) e amarelo (B), tratadas com Metil Jasmonato e armazenadas a 25°*C* e 85-90% UR por 5 dias.

## 5 DISCUSSÃO

Nesse estudo, as goiabas ‘Kumagai’ e ‘Pedro Sato’ puderam ser avaliadas até 7 e 4 dias após a colheita respectivamente, datas nas quais os frutos já apresentavam mudanças nos atributos de qualidade que comprometiam seu consumo, ou seja, estavam sobremaduros.

Como acontecem com os frutos climatéricos, as goiabas ‘Kumagai’ e ‘Pedro Sato’ deste estudo completaram o processo de amadurecimento após a colheita evidenciando mudanças em alguns atributos de qualidade como cor da casca e firmeza da polpa. No entanto, elas não apresentaram típico padrão climatérico na respiração e na produção de etileno durante o armazenamento independente do estádio de maturação e tratamento (Figuras 3, 4, 11 e 12).

De fato, o que foi observado foi um aumento na respiração das goiabas ‘Kumagai’ somente no 5º dia (Figura 3). No entanto, nesse dia as goiabas apresentavam firmeza reduzida e coloração da casca já amarela (Figuras 5 e 6), ou seja, a máxima respiração ocorreu quando o fruto já estava maduro. Nas goiabas ‘Pedro Sato’ a respiração se manteve constante (Figura 11). Nos típicos frutos climatéricos, antes do início do amadurecimento, o fruto exibe baixa atividade respiratória, enquanto que no climatérico há um rápido aumento na atividade respiratória seguido por muitas mudanças nos atributos de qualidade (OETIKER & YANG, 1995).

Assim como o aumento na respiração, o aumento na produção de etileno também é considerado processo-chave para o amadurecimento dos frutos climatéricos. De acordo com BIALE & YOUNG (1981), o início do climatérico é marcado por aumento brusco na produção do etileno e uma vez o amadurecimento iniciado, começa a produção autocatalítica do etileno. Novamente esse processo não foi observado nesse estudo nem para as goiabas 'Pedro Sato', nem para as goiabas 'Kumagai'. Foi observado um aumento na produção de etileno das goiabas, mas esse aumento, além de não caracterizar um pico, se deu após o completo amadurecimento dos frutos. Esses resultados nos levam a acreditar que a produção inicial de etileno já seja suficiente para iniciar o processo do amadurecimento e fazer com o que o fruto atinja a qualidade para o consumo.

BROWN & WILLS (1983); MERCADO-SILVA et al. (1998) sugeriram que a goiaba é uma fruta climatérica. A maioria das variedades comerciais de goiabas apresentam aumentos na respiração e de produção de etileno durante o amadurecimento, sendo classificadas como um fruto climatérico (AKAMINE & GOO, 1979; CASTRO & SIGRIST, 1991; CAVALINI, 2004; LIMA, DURIGAN & TOSTES, 1998). Em contrapartida, algumas variedades foram consideradas não climatéricas porque exibem taxas constantes de respiração durante o amadurecimento e apresentam melhor longevidade de armazenamento que as variedades consideradas climatéricas (AZZOLINI et al., 2005; CHITARRA & CHITARRA, 2005; MEDINA, 1978; SINGH, 1937).

Segundo BOTELHO (1996), é possível que a classificação em climatérica ou não climatérica seja uma característica varietal. De acordo com resultados prévios e deste estudo, as goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato' não podem ser classificadas como uma fruta com padrão típico climatérico, e nem tão pouco serem consideradas como frutos não-climatéricos.

AZZOLINI et al. (2005) já haviam encontrado uma atividade respiratória e produção de etileno com aumento constante ao longo do amadurecimento em goiabas 'Pedro Sato'. Os resultados da respiração e da produção de etileno confirmam o que outros autores já trazem como afirmação: que a distribuição dos frutos em climatéricos e não climatéricos é uma classificação bastante generalizada e que não leva em conta determinadas particularidades das espécies. ABDI et al. (1997) estudando o padrão respiratório e de produção de etileno em ameixas propuseram o termo 'suppressed-climacteric' pois os frutos continuavam a produzir grandes quantidades de etileno nos estádios mais avançados do amadurecimento.

Nesse estudo mostrou-se que a aplicação de Metil Jasmonato aumentou a respiração e produção de etileno em frutos da variedade 'Kumagai', principalmente naqueles colhidos no estádio amarelo (Figuras 3B e 4B), acelerando um pouco o processo de amadurecimento

nesses frutos. Esse aumento na velocidade do amadurecimento, mesmo que discreto, pode ser observado na aceleração da perda da cor verde dos frutos (Figura 6B) e também no maior aumento da quantidade de vitamina C nos frutos tratados (Figura 10B).

A maioria dos trabalhos demonstra que a aplicação exógena de Metil Jasmonato promove o amadurecimento de frutos climatéricos pelo estimulo da produção de etileno. FAN et al. (1997) em estudo com maçãs e tomates, constataram que o aumento do nível de Jasmonato endógeno podem ser suficientes para induzir a produção de etileno do sistema I para o sistema II, e consideraram que concentrações baixas de Jasmonato (0,001 a 1 $\mu mol.L^{-1}$) são capazes de resultar em alterações fisiológicas no fruto.

Em estudos anteriores realizados com diferentes frutas foi verificado que o tratamento com Metil Jasmonato aumentou a síntese de etileno em pêssego (ZIOSI et al., 2008), manga (LALEL et al., 2003 ), tomate e maçã ( FAN et al., 1997 ); morango (PEREZ et al., 1997) promovendo o amadurecimento desses frutos, o mesmo foi observado em ameixa por KHAN & SINGH (2007).

O estímulo da produção do etileno aparentemente está relacionado ao aumento da ACC sintase (ácido 1-carboxílico-1-aminiciclopropano) e ACC oxidase quando o fruto é submetido à aplicação do regulador (SANIEWSKI et al., 1987a, b). Em resposta à aplicação exógena de Metil Jasmonato o aumento da atividade de ACC oxidase precede a atividade ACC sintase (YU et al., 2009). Isso é apoiado por LIU et al. (1985) e por GAUDIERRE & VENDRELL (1993), sugerindo que a atividade de ACC oxidase é o passo chave para controlar a produção de etileno em resposta a estímulos exógenos.

O efeito do Metil Jasmonato não está apenas relacionado a enzimas associadas à síntese de etileno. Aumentos na atividade de lipoxigenase (LOX) foram observados em diferentes plantas em resposta à aplicação de Metil Jasmonato (CHEONG & YANG, 2007). GONZÁLEZ-AGUILAR et al. (2003) constataram que a aplicação de Metil Jasmonato aumentou a atividade da LOX em goiabas tratadas. A lipoxigenase está intimamente relacionada à formação de etileno. O Metil Jasmonato induz a atividade de LOX e os radicais superóxidos formados pela LOX ativam a ACO e consequentemente a biossíntese de etileno. MCRAE et al. (1982) relataram que o $O_2^-$ causado pela ação LOX esta envolvido na conversão de ACC em etileno como um passo fundamental no desenvolvimento da ervilha. Também foi encontrada ação da LOX na atividade da ACC oxidase em frutos de tomate (SHENG et al., 2000).

Contrapondo-se a isso, em trabalho do nosso grupo, MASSUCATO (2011) constatou que a aplicação de 10 $\mu mol.L^{-1}$ de Metil Jasmonato retardou o amadurecimento de mamões

‘Golden’ através da diminuição da respiração e da produção de etileno, sendo um método eficaz para aumentar a vida de prateleira durante o armazenamento desses frutos. Segundo a autora, essa diminuição da respiração pode ser devido ao aumento causado na atividade de enzimas antioxidantes como a superóxido desmutase (SOD) e a catalase (CAT), responsáveis por reduzir o estresse oxidativo durante o amadurecimento.

O mesmo foi observado por ZAPATA et al. (2014), em estudo com a aplicação pré-colheita de Metil Jasmonato em ameixas, os autores constataram que a concentração de 0,5mM do regulador atrasou o processo de amadurecimento, promovendo diminuição da produção de etileno, respiração e do amolecimento nos frutos tratados. Também nesses frutos as atividades da peroxidase (POD), catalase (CAT) e ascorbato peroxidase (APX) tiveram a sua atividade aumentada. O mesmo foi observado por VENKATACHALAM & MEENUNE (2015), que constataram que o tratamento com Metil Jasmonato em lichias provocou um aumento da atividade da SOD, CAT, glutationa peroxidase (GPX), o que provavelmente reduziu a velocidade das alterações fisiológicas e bioquímicas dos frutos, aumentou a capacidade antioxidante do fruto, prolongando o armazenamento à baixa temperatura.

O processo de amadurecimento dos frutos está associado a alterações bioquímicas como aumento de extravasamento de íons, diminuição da fluidez da membrana plasmática, perda da integridade da membrana e acúmulo de peróxido lipídico (PALMA et al., 1995). Esses processos são resultados do estresse oxidativo que ocorre durante essa fase. O Metil Jasmonato pode aumentar a capacidade antioxidante dos frutos, fazendo com que a resistência ao estresse oxidativo também aumente, mantendo a qualidade do fruto por um período maior (CHANJIRAKUL et al., 2006 e 2007).

Os efeitos da aplicação exógena do Metil Jasmonato sobre a fisiologia do amadurecimento ainda não estão suficientemente claros, e parecem ser dependentes da espécie, dos cultivares estudados e do estado fisiólogico dos frutos no momento da aplicação do regulador (FAN et al., 1997; KHAN & SINGH, 2007; ZIOSI et al., 2008).

Diferentes espécies/cultivar respondem de diferentes maneiras quanto à aplicação de Metil Jasmonato, no presente estudo não houve qualquer efeito da aplicação do regulador na respiração e produção de etileno das goiabas ‘Pedro Sato’ (Figuras 11 e 12), enquanto que as goiabas ‘Kumagai’ houve aumento da respiração e da produção de etileno (Figuras 3 e 4).

KONDO et al. (2005) estudando duas cultivares de maçãs, observaram que a após a aplicação de metil jasmonato, as cultivares respondem de maneira diferente. A cultivar ‘Delicious’ apresentou uma diminuição na produção de etileno, enquando a cultivar ‘Golden

Delicious' apresentou um aumento na produção desse hormônio. Com isso fica evidente que a resposta ao Metil Jasmonato também é dependente da espécie/cultivar utilizada.

O tratamento com Metil Jasmonato acelera ou retarda o amadurecimento dos frutos por influenciar positivamente ou negativamente a produção de etileno, dependendo da fase de maturação do fruto (SANIEWSKI et al., 1987). SANIEWKI et al. (1997) demonstraram que o tratamento com Metil Jasmonato promoveu a produção de etileno em maçãs na fase pré-climatérica, mas reduziu a produção de etileno quando aplicado na fase pós-climatérica. Em morangos menos maduros, o tratamento com Jasmonatos promoveu maior respiração, enquanto que um decréscimo na produção de $CO_2$ foi observado para frutos já maduros ou mesmo sobremaduros (PEREZ et al., 1997).

Os vários efeitos dos Metil Jasmonato como regulador vegetal estão relacionados, dentre outros fatores, à sua estrutura e à sua concentração, ou seja, o efeito do Metil Jasmonato é variável de acordo com a concentração aplicada. Em algumas plantas, altas concentrações de Metil Jasmonato (100 $\mu mol.L^{-1}$) aplicado exogenamente promoveram a senescência (PARTHIER, 1991). Isso está de acordo com ANDERSON (1989); MASON & MULLET (1990), que observaram que concentrações elevadas de Metil Jasmonato (50 $\mu mol.L^{-1}$) induzem a senescência em culturas de células, e as concentrações mais baixas (1-10 $\mu mol.L^{-1}$) alteram as proteínas e RNAm sem induzir a senescência. ZAPATA et al. (2014) em estudo com a aplicação pré-colheita de Metil Jasmonato em ameixas, constataram que a concentração de 2mM acelerou o processo de amadurecimento dos frutos, enquanto que a aplicação de 0,5mM de Metil Jasmonato atrasou o processo de maturação. No presente trabalho não foi observada respostas diferentes para as concentrações de Metil Jasmonato utilizadas.

Foi relatado em pesquisas anteriores que a aplicação pós-colheita de Metil Jasmonato pode prevenir as perdas pós-colheita de frutos, promovendo alterações nos atributos de qualidade, como o desenvolvimento e mudanças de cor como o desverdecimento, acúmulo dos compostos fenólicos, aumento da atividade antioxidante dos frutos (RUDELL et al., 2005; SHAFIQ et al., 2013), alterações de pigmento, degradação de clorofila e a formação e acúmulo de antocianina (CREELMAN & MULLET, 1997; PEREZ et al., 1997; LALEL et al., 2003; FAN et al., 1997; KHAN & SINGH, 2007; KONDO et al., 2007; OLIAS et al., 1992; PEREZ et al., 1993).

O amolecimento da polpa e a perda de coloração verde da casca são as transformações mais evidentes durante o amadurecimento das goiabas, o desenvolvimento destas características tem sido demonstrado como sendo um fenômeno dependente de etileno.

Durante o amadurecimento das goiabas ‘Kumagai’ e ‘Pedro Sato’ a 25ºC houve decréscimo na firmeza da polpa nos dois estádios de amadurecimento, porém o tratamento com Metil Jasmonato não influenciou a perda de firmeza (Figuras 5 e 13). Os frutos da variedade ‘Kumagai’ que não receberam a aplicação do Metil Jasmonato, apresentaram firmeza inicial de 75N e 50 N no estádio verde e amarelo, respectivamente, e ao sétimo dia esse valor chegou a 10 N para ambos estádios. Na variedade ‘Pedro Sato’ os frutos que não receberam a aplicação do Metil Jasmonato apresentavam 50N e 25 N no estádio verde e amarelo, respectivamente, e ao quarto dia esse valor chegou a 10 N para ambos estádios. CAVALINI (2008), estudando as variedades ‘Kumagai’ e ‘Pedro Sato’ constatou que nos frutos da variedade ‘Kumagai’ a firmeza inicial foi de aproximadamente 100N e reduziu-se até o 17º dia, chegando a 15 N, já para nas goiabas ‘Pedro Sato’ a firmeza diminuiu de 137N para 24 N em nove dias após a colheita.

Em estudo com ameixas KUCUKER et al. (2014) constataram que os frutos tratados com Metil Jasmonato apresentaram maior firmeza da polpa. MASSUCATO (2011), também constatou que mamões tratados com Metil Jasmonato apresentaram maior firmeza da polpa, no entanto, em seu trabalho os frutos apresentaram menor respiração e produção de etileno, o que não foi observado em nosso estudo (Figuras 3, 4, 11 e 12).

Alterações na cor da goiaba, como perda da cor verde da casca tem sido tomado como um bom indicador do seu amadurecimento, ocorrendo devido à quebra da estrutura da molécula de clorofila, pela enzima clorofilase (AGRAWAL, 2002). Durante o amadurecimento das goiabas ‘Kumagai’ e ‘Pedro Sato’ a 25ºC, houve perda da coloração verde da casca nos dois estádios de amadurecimento e em todos os tratamentos (Figuras 6 e 14). O ângulo de cor (ºh) é a medida indireta da cor da casca e diminui gradativamente ao longo do armazenamento, ou seja, de verdes os frutos tornaram-se amarelados.

Estudando as variedades ‘Kumagai’ e ‘Pedro Sato’ CAVALINI (2008), constatou que inicialmente o ângulo de cor foi de 118º em goiabas ‘Kumagai’ e 116º em ‘Pedro Sato’, indicando coloração verde-escura, ao final do experimento as goiabas ‘Pedro Sato’, com ângulo de cor de 86º, encontravam-se mais amareladas do que as goiabas ‘Kumagai’, com valor de 92º.

Nos frutos da goiaba ‘Kumagai’ que receberam a aplicação do Metil Jasmonato houve aceleração da perda da cor verde (Figuras 6). A mudança de cor da casca é dependente da produção do etileno, que por sua vez foi aumentada nos frutos tratados com Metil Jasmonato (Figura 4), provavelmente causando um aumento a expressão de várias enzimas envolvidas tanto na quebra de clorofila e biossíntese de carotenoides (WILLS et al., 1998).

Nesse estudo observou-se que o tratamento com Metil Jasmonato acelerou a perda da coloração verde da casca das goiabas, porém sem alterar a perda de firmeza dos frutos. Como acontece com a fisiologia pós-colheita, os resultados da aplicação do regulador nas características físico-químicas também são contraditórios. Em estudo conduzido por GONZÁLEZ-AGUILAR et al. (2001), o Metil Jasmonato favoreceu o desenvolvimento da cor dos frutos sem alterar a perda de firmeza e peso em mangas armazenadas a 20 ºC. Estudos demonstram que o tratamento com Metil Jasmonato promoveu decréscimo da firmeza em morangos (PEREZ et al., 1997), mas não afetou a firmeza de mangas 'Tommy Atkins' (GONZÁLEZ-AGUILAR et al., 2000). De acordo com ZIOSI et al. (2008), a aplicação de Metil Jasmonato é responsável pelo atraso na transcrição da poligalacturonase durante o amadurecimento e esse resultado é dependente da cultivar utilizada e da concentração do produto.

A goiaba é considerada uma boa fonte de vitamina C, e o seu aumento é uma transformação evidente na goiaba indicando de que o fruto ainda está no processo de amadurecimento, enquanto que uma diminuição indica um fruto senescente (ESTEVES, 1984). Neste trabalho observou-se que em goiabas 'Kumagai' colhidas no estádio verde houve um aumento do teor de ácido ascórbico em todos os tratamentos, esse aumento foi intensificado pela aplicação de Metil Jasmonato, enquanto que na variedade 'Pedro Sato' não se observou nenhum efeito (Figuras 10 e 19).

GONZÁLES-AGUILAR et al. (2003) constataram que o tratamento com Metil Jasmonato aumentou a quantidade de vitamina C em goiabas vermelhas, enquanto que nas goiabas brancas não foi observada nenhuma alteração. A manose e a L-galactose são intermediários na via de síntese do ácido ascórbico em plantas, e são utilizadas para a biossíntese de carboidratos da parede celular, assim a degradação da parede durante o amadurecimento provê substratos para a síntese de ácido ascórbico, fato esse que pode explicar o aumento dos teores de ácido ascórbico nas goiabas (CONKLIN, 2001; WOLUCKA & VAN MONTAGU, 2003).

Quanto aos demais atributos químicos, neste estudo, o tratamento com Metil Jasmonato, não alterou significativamente a qualidade das goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato' (Figuras 8, 9, 17 e 18), pois não foram encontradas diferenças significativas para o conteúdo de sólidos solúveis e de acidez titulável em nenhum dos tratamentos. Durante o armazenamento CAVALINI (2008), observou que o teor de sólidos solúveis e da acidez titulável o longo do armazenamento foi de 8,1 a 7,3°Brix e 0,85% nas goiabas 'Kumagai', e de 9,2 a 9,9°Brix e 0,78% nas goiabas 'Pedro Sato', respectivamente, indicando que este teor

foi praticamente constante, o mesmo foi observado neste estudo, não havendo variação significativa no teor de sólidos solúveis e da acidez durante o amadurecimento para ambas variedades.

Os resultados da aplicação do Metil Jasmonato nas características físico-químicas dos frutos são contraditórios. NILPRAPRUCK et al. (2008) relataram que abacaxis tratados com $10^{-3}$, $10^{-4}$ e $10^{-5}$ µmol.$L^{-1}$ de Metil Jasmonato e armazenados a 10 °C, não apresentaram diferenças significativas no teor de sólidos solúveis totais, acidez titulável, açúcares totais e açúcares redutores com relação aos frutos controle. Contudo, efeitos contrários já foram relatados, framboesas tratadas com Metil Jasmonato apresentaram maior teor de sólidos solúveis, açúcares totais, frutose, glicose, sacarose e ácido málico e cítrico dos que as frutas não tratadas com esse regulador; Metil Jasmonato também aumentou significativamente o teor de flavonóides e as capacidades antioxidantes presentes na fruta (WANG & ZHENG, 2005).

Observou-se que as respostas da aplicação do Metil Jasmonato em goiabas são muito discretas e dependentes das cultivares. Não ficou clara a influência do estádio de maturação e da concentração do regulador nessas respostas. Observou-se que a aplicação de Metil Jasmonato nas goiabas ‘Kumagai’ teve pouca influência nas características físico-químicas das goiabas, somente um efeito na aceleração da mudança da cor da casca. Goiabas ‘Kumagai’ que receberam aplicação do Metil Jasmonato apresentaram aumento na respiração e também na produção do etileno.

## 6 CONCLUSÃO

A aplicação de 1 e 10 µmol.$L^{-1}$ de Metil Jasmonato acelerou o amadurecimento da goiaba ‘Kumagai’, aumentando a respiração, a produção de etileno e o amarelecimento da casca, principalmente nos frutos colhidos no estádio amarelo.

Não houve efeito da aplicação de 1 e 10 µmol.$L^{-1}$ de Metil Jasmonato no amadurecimento da goiaba ‘Pedro Sato’.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


ABDI, N.; HOLFORD, P.; McGLASSON, W.B.; MIZRAHI, Y. Ripening behaviour and responses to proprylene in four cultivares of Japanese type plums. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 12, n.1, p. 21-34, 1997.

ABREU, J.R. Monitoramento de alterações físicas, químicas e fisiológicas durante o amadurecimento de goiabas cv 'Pedro Sato'. 2010. 94f. Tese (Doutorado em Agroquímica) – Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras.

ABREU, J.R.; SANTOS, C.D.; ABREU, C.M.P.; PINHEIRO, A.C.M.; CORRÊA, A.D. Ripening pattern of guava cv. Pedro Sato. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.32, p. 344-350, 2012.

ADSULE, R.N.; KADAM, S.S. Guava. In: SALUNKHE, D.K.; KADAM, S.S. (Ed.). **Handbook of fruit science and technology, production composition, storage and processing.** New York: Marcel Dekker. 1995. cap.9, p.419-433.

AGRAWAL, G.K.; RAKWAL, R.; TAMOGAMI, S.; YONEKURA, M.; KUBO, A.; SAJI, H. Chitosan activates defense/stress response (s) in the leaves of *Oryza sativa* seedlings. **Plant Physiology and Biochemistry**, Paris, v.40, n.12, p. 1061-1069, 2002.

AGRIANUAL, **Anuário Estatístico da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Agroinformativos, 301-304, 2015.

AKAMINE, E.K.; GOO, T. Respiration and ethylene production in fruits of species and cultivars of *Psidium* and species of *Eugenia*. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.104, n. 5, p.632-635, 1979.

ALDRIDGE, D. C., GALT, S., GILES, D.; TURNER, W. B. Metabolites of *lasiodiplodia theobromae*. **Journal of the Chemical Society**, C:Organic, p.1623–1627, 1971.

ALI, Z. M.; LAZAN, H. Guava. In: MITRA, S. K. **Postharvest of physiology and storage of tropical and subtropical fruits**. Wallingford: CAB International, 1997. p. 145-165.

ANDERSON, J. M. In Second Messengers in Plant Growth and Development, eds. Boss, W. F. & Morre, D. J. (Liss, New York), p. 181-212, 1989.

AZZOLINI, M. Fisiologia pós-colheita de goiabas 'Pedro Sato': estádios de maturação e padrão respiratório. 2002. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz' - EZALQ, Piracicaba.

AZZOLINI, M.; JACOMINO, A.P.; BRON, I.U.; KLUGE, R.A.; SCHIAVINATO, M.A. Ripening of 'Pedro Sato' guava: study on its climacteric or non-climateric nature. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v.17, n.3, p. 299-306, 2005.

BARRY, C.S.; GIOVANNONI, J.J. Ethylene and fruit ripening. **Journal of plant Growth Regulation,** v. 26, p. 143-159, 2007.

BIALE, J. B.; BARCUS, D. E. Respiratory patterns in tropical fruits of the Amazon Basin. **Tropical Science**, New York, v. 12, p. 93-104, 1970.

BIALE, J.B.; YOUNG, R. E. Respiration and ripening in fruits retrospect and prospect. In: FRIEND, J. RHODES, M. J.C. (eds.) Recent advances in the biochemistry of fruits and vegetables, London: **Academic Press**, p.1-37, 1981.

BOTELHO, R.V. Efeito do tratamento pós-colheita com cálcio na ocorrência de antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) e no amadurecimento de goiabas (*Psidium guajava* L.). 1996. 122f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas – Universidade Paulista 'Júlio de Mesquita Filho', Botucatu.

BROWN, B.I.; WILLS, R.B.H. Postharvest changes in guava fruit of diferente maturing. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.19, n.3/4, p.237-243, 1983.

BUTA, J.G.; MOLINE, H.E. Methyl jasmonate extends shelf life and reduces microbial contamination of fresh-cut celery and peppers. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.46, n.4, p.1253–1256, 1998.

CARLETTI, R.; MORAES, D.M.; VILLELA, F.A. Jasmonato: Influência na germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes** v.21, n.1, p.183-186, 1999.

CARVALHO, C.R.L.; MANTOVANI, D.M.B.; CARVALHO, P.R.N.; MORAES, R.M.M. **Análises químicas de alimentos**. Campinas: ITAL, p.121, 1990.

CASTRO, J.V.; SIGRIST, J.M.M. **Matéria Prima**. In MEDINA, J.C.; CASTRO, J.V.; SIGRIST, J.M.M et al. Goiaba: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos . 2 ed. Campinas: ITAL, p. 121-77, 1991. (Série Frutas Tropicais, n.6).

CAVALINI, F.C. Índices de maturação, ponto de colheita e padrão respiratório de goiabas 'Kumagai' e 'Paluma'. 2004. 69f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz', Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CAVALINI, F. C. Fisiologia do amadurecimento, senescência e comportamento respiratório de goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato'. 2008. 90f. Tese (Doutorado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) – Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz', Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CERQUEIRA, T. S. Recobrimentos comestíveis em goiabas cv. 'Kumagai'. 2007. 69f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas). Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz', Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CHANJIRAKUL, K. Effect of natural volatile compounds on antioxidante capacity and antioxidante enzymes inraspberries. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.40, n.2, p. 106-115, 2006.

CHANJIRAKUL, K. Natural volatile treatments increase free-radical scavenging capacity of strawberries and black-berries. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 87, n.8, p. 1463-1472, 2007.

CHAN JÚNIOR, H.T.; KWOK, S.C.M. Identification and determination of sugars in some tropical fruit products. **Journal of Food Science**, v.40, n.2 p.419-420, 1975.

CHEONG, J.J.; YANG, D.C. Signaling pathways for the biosynthesis and action of jasmonates. **Journal of Plant Biology**, v.50, n.2, p. 122-131, 2007.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B.; CARVALHO, V.D. Algumas características dos frutos de duas cultivares de goiabeira (*Psidium guajava* L.) em fase de maturação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 6., 1981, Recife. **Anais**. Recife: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1981. v. 2, p.771-780.

CHITARRA, M.I.F. Características das Frutas de Exportação. In: GONCATTI NETO, A.; GARCIA, A.E.; ARDITO, E.F.G.; GARCIA, E.E.C.; BLEINROTH, E. W.; MATALIO, M.; CHITARRA, M.F.I.; BORIN, M.R. **Goiabas para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheitas**. Brasilia: EMBRAPA, p.9-11, 1996.

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

CONCHA, C.M.; FIGUEROA, N.E.; POBLETE, L.A.; OÑATE, F.A.; SCHWAB, W.; FIGUEROA, C.R. Methyl jasmonate treatment induces changes in fruit ripening by modifying the expression of several ripening genes in *Fragaria chiloensis* fruit. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 70, p. 433–444, June 2013.

CONKLIN, P.L. Recent advances in the role and biosynthesis of ascorbic acid in plants. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v. 24, n. 4, p. 383-394, 2001.

CORTES, H.P. **Introdução aos hormônios Vegetais**. EMBRAPA, 2000. P.131-157.

CREELMAN, R.; MULLET, J.E. Biosynthesis and action of jasmonates in plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.48, p.355-381, 1997.

DEMOLE, E.; LEDERER, E.; MERCIER, D.E. Isolement et determination de la structure du jasmonate de methyle, constituant odorant characteristique de essence de jasmin. **Helvetica Chimica Acta**, v. 45, n.2, p. 675-685, 1962.

DHINGRA, M.K.; GUPTA, O.P.; CHUNDAWAT, B.S. Studies on pectin yield ad quality of some guava cultivars in relation to cropping season and fruit maturity. **Journal of Food Science and Technology**, v.20, p.10-13, 1983.

DURIGAN, J. F.; MATTIUZ, B. H.; MORGADO, C. M. A. Pós-colheita e processamento mínimo de goiabas. In: NATALE, W.; ROZANE, D.E.; SOUZA, H. A. de; AMORIM, A. A. (Org.). **Cultura da goiaba: do plantio à comercialização.** Jaboticabal: FUNEP, 2009. v.2, p. 429-470.

ENYEDI, A.J.; YALPANI, N.; SILVERMAN, P.; RASKIN, I. Localization, conjugation, and function of salicylic acid in tobacco during the hypersensitive reaction to tobacco mosaic virus. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, USA, v. 89, n.6, p. 2480–2484, 1992.

ESTEVES, M.T.C.; CARVALHO, V.D.D.; CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B.; PAULA, M.B. de. Caracterização dos frutos de seis cuntivares de goiabeiras ( *Psidium guajava* L.) na maturação. I-Determinações físicas e químicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7., Florianópolis, SC. 1983, **Anais...**Florianópolis: SBF, 1984. v.2, p. 477-489.

FAN, X.; MATTHEIS, J.P.; FELLMAN, J.K.; PATTERSON, M.E. Effect of methyl jasmonate on ethylene and volatile production by Summerred apples depends on fruit developmental stage. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, n.1, p. 208-211, 1997.

FARMER, E.E., RYAN, C.A. Interplant communication: airborne methyl jasmonate induces synthesis of proteinase inhibitors in plan leaves. **Proceedings of the National Academy of Sciences,** USA, v.87, n.19, p.7713-16, 1990.

GAUDUERRE, C.L.; VENDRELL, M. Cold-induced climacteric rise of ethylene metabolismo in Granny Smith apples. In: Pech, J.C.;Balague, C. ( Eds.). Cellular and Molecular Aspects of the Plant Hormone Ethylene. **Kluwer Academic Publishers**, Dordrecht, The Netherlands, p. 136-141, 1993.

GANSSER, D.; LATZA, S.; BERGER, R.G. Methyl jasmonates in developing strawberry fruit (*Fragaria ananassa* Duch. Cv. Kent). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, n.7, p. 2477–2480, 1997.

GERHARDT, L. B. A.; MANICA, I.; KIST, H.; SIELER, R.L. Características físico-químicas dos frutos de quatro cultivares e três clones de goiabeira em Porto Lucena, RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 2, p. 185-192, 1997.

GHASEMNEZHAD, M.; MARSH, K.; SHILTON, R.; BABALAR, M.; WOOLF, A. Effect of hot water treatments on chilling injury and heat damage in 'Satsuma' mandarins: Antioxidant enzymes and vacuolar ATPase, and pyrophosphatase. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.48, n.3, p.364-371, 2008.

GONZÁLEZ-AGUILAR, G.A.; WANG, C.Y.; BUTA, J.G. Methyl jasmonate reduces chilling injury and maintains postharvest quality of mango fruit. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.48, n.2, p.515-519, 2000.

GONZÁLEZ-AGUILAR, G.A.; WANG, C.Y.; BUTA, J.G. Methyl jasmonate reduces chilling injury symptoms and enhances colour development of 'Kent' mangoes. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.81, n.13, p.1244-1249, 2001.

GONZÁLEZ-AGUILAR, G.A.; WANG, C.Y.; BUTA, J.G. Methyl jasmonate and modified atmosphere packaging (MAP) reduce decay and maintain postharvest quality of papaya 'Sunrise'. **Postharvest Biology and Technology,** v.28, n.3, p.361-370, 2003.

GUNDLACH, H.; MIILLER, M.J.; KUTCHAN, T.M.; ZENK, M.H. Jasmonic acid is a signal transducer in elicitor-induced plant cell cultures. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, USA, v. 89, n.6, p. 2389-2393, 1992.

JACOMINO, A. P.; SIGRIST, J. M. M.; SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; MINAMI, K.; KLUGE, R. A. Embalagens para conservação refrigerada de goiabas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n.1, p.50-54, 2001.

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

JAIN, N.; DHAWAN, K.; MALHOTRA, S.P.; SIDDIQUI, S.; SINGH, R. Compositional and enzymatic changes in guava (*Psidium guajava* L.) fruits during ripening. **Acta Physiologial Plantarum**, Berlin, v.23, n.3, p.357-362, 2001.

KHAN, A.S.; SINGH, Z. A.S. Methyl jasmonate promotes fruit ripening and improves fruit quality in Japanese plum. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v. 82, p. 695–706, 2007.

KODA, Y. The role of jasmonic acid and related compounds in the regulation of plant development. **International Review of Cytology**, v.135, p.155-159, 1992.

KONDO, S., TOMIYAMA, A.; SETO, H. Changes of endogenous jasmonic acid and methyl jasmonate in apples and sweet cherries during fruit development. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.125, n.3, p. 282–287, 2000.

KONDO, S., FUKUDA, K. Changes of jasmonates in grape berries and their possible roles in fruit development. Scientia Horticulturae, **Science Horticultural,** v. 91, n.3-4, p. 275–288, 2001.

KONDO, S.; SETHAA, S.; RUDELLB, D.R.; BUCHANANB, D.A.; MATTHEIS, J.P. Aroma volatile biosynthesis in apples affected by 1-MCP and methyl jasmonate. **Postharvest Biology and Technology**, v. 36, n.1, p. 61-68, 2005.

KONDO, S.; YAMADA, H.; SETHA, S. Effect of jasmonates differed at fruit ripening stages on 1-aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) synthase and ACC oxidase gene expression in pears. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 132, n.1, p. 120-125, 2007.

KUCUKER, E.; OZTURK, B. Effects of pre-harvest methyl jasmonate treatment on post-harvest fruit quality of Japanese plums. African **Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines**, v. 11, n.6, p. 105-117, 2014.

LALEL, H.J.D.; SINGH, Z.; TAN, S.C. The role of methyl jamonate in mango ripening and biosynthesis of aroma volatile compounds. The **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v. 78, n.4, p. 470–484, 2003.

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

LÉON, J.; SÁNCHES-SERRANO, J.J. Molecular biology of jasmonic acid biosynthesis in plants. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 37, n.5, p. 373-380, 1999.

LINHARES. L. A.; SANTOS, C.D.; ABREU, C.M.P.; CORRÊA, A.D. Transformações químicas, físicas e enzimáticas de goiabas 'Pedro Sato' tratadas na pós-colheita com cloreto de cálcio e 1-metilciclopropeno e armazenadas sob refrigeração. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 3, p. 829-841, 2007.

LIMA, M. A.; DURIGAN, J. F.; TOSTES, D. R. D. Avaliação do comportamento respiratório de goiabas 'Pedro Sato' e a influência de diferentes embalagens na sua conservação sob refrigeração. **In**: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 16., 1998, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: SBCTA, 1998. v. 3, p. 1980-1983.

LIMA, R. K.; CARDOSO, M.G.; ANDRADE, M.A.; NASCIMENTO, E.A.; MORAIS, S.A.L.; NELSON, D.L. Composition of the essential oil from the leaves of tree domestic varieties and one wild variety of the guava plant (*Psidium guajava* L., Myrtaceae). **Revista brasileira farmacognosia**. São Paulo, v. 20, n.1, p. 41-44, 2010.

LIU, Y.; HOFFMAN, N.E.; YANG, S.F. Promotion by ethylene of the capability to convert 1-aminocyclopropane-l-carboxylic acid to ethylene in preclimacteric tomato and cantaloupe fruits. **Plant Physiology**, v. 77, n.2, p. 407-411, 1985.

LIU, T-C.; LIU, Y-C.; CHEN, K-E.; CHAO, C-W.; WU, C-T. The nonclimacteric guava cultivar 'Jen-Ju Bar' is defective in system 2 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase activity. **Postharvest Biology and Technology**, v. 67, p.10-18, 2012.

MATTHEIS, J.P.; FAN, X. Methyl jasmonate promotes apple fruit degreening independently of ethylene action. **Scientia horticulturae**, v.34, n.2, p.310-312, 1999.

MASON, H.S.; MULLET, J.E. Expression of two soybean vegetative storage protein genes during development and in response to water deficit, wounding, and jasmonic acid. **Plant Cell**, v. 2, n.6, p. 569-579, 1990.

MASSUCATO, R.P. Efeito da aplicação do metil jasmonato na conservação pós-colheita do mamão 'GOLDEN'. 2011. 47f. Dissertação (Mestrado) em Agricultura Tropical e Subtropical - Instituto Agronômico de Campinas, Campinas.

MATTIUZ, B. Fisiologia e qualidade pós-colheita de goiabas. 2002. 118f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Jaboticabal.

McRAE, D.G.; BAKER, J.E.; THOMPSON, J.E. Evidence for involvement of the superoxide radical in the conversion of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid to ethylene by pea microsomal membranes. **Plant Cell Physiology**, v. 23, n.3, p. 375-383, 1982.

MEDINA, J.C. **Goiaba, da cultura ao processamento e comercialização.** Campinas, Governo do Estado de São Paulo, Secretaria da Agricultura, Coordenaria da Pesquisa Agropecuária, Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1978.1 106p. (Série Frutas tropicais, 6).

MEDINA, J.C.; CASTRO, J.V.; SIGRISTI, J.M.M.; DE MARTIN, Z.J.; KATO, K.; MAIA, M.L.; GARCIA, A.E.B.; LEITE, R.S.S.F. **Goiaba.** Campinas, ITAL, 1988. 244p. (Série Frutas Tropicais, 6).

MENDONÇA, R. D.; FERREIRA, K.S.; SOUZA, L.M.; MARINHO, C.S.; TEIXEIRA, S.L. Características físicas e químicas de goiabas 'cortibel 1' e 'cortibel 4' armazenadas em condições ambientais. **Bragantia**, v. 66, n. 4, p. 685-692, 2007.

MENG, X.; HAN, J.; WANG, Q.; TIAN, S. Changes in physiology and quality of peach fruits treated by methyl jasmonate under low temperature stress. **Food Chemistry**, v. 114, n.3, p. 1028-1035, 2009.

MEIR, S.; DROBY, S.; DAVIDSON, H.; ALSEVIA, S.; COHEN, B.H.; HADAS, S.P. Suppression of Botrytis rot in cut rose flowers by postharvest application of methyl jasmonate. **Postharvest Biology and Technology**, v.13, n.3, p 235–243, 1998.

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

MEYER, A.; MIERSCH, O.; BUTTNER, C.; DATHE, W.; SEMBDNER, G. Occurrence of the plant growth regulators jasmonic acid in plants. **Journal of Plant Growth Regulator**, v.3, n.1-4, p.1-8, 1984.

MOLINE, H.E.; BUTA, J.G.; SAFTNER, R.A.; MAAS, J.L. Comparison of three volatile natural products for the reduction of postharvest decay in strawberries. **Advances in Strawberry Research**, v.16, p.43–48, 1997.

MUKKUN, L.; SINGH, Z. Methyl jasmonate plays a role in fruit ripening of 'Pajaro' strawberry through stimulation of ethylene biosynthesis. **Scientia horticulturae**, v. 123, n.1, p. 5-10, 2009.

NILPRAPRUCK, P.; PRADISTHAKARN, N.; AUTHANITHEE, F.; KEEBJAN, P. Effect of Exogenous Methyl Jasmonate on Chilling Injury and Quality of Pineapple (*Ananas comosus* L.) cv. Pattavia. **Silpakorn University Science andTechnology Journal**, v. 2, n.2, p. 33-42, 2008.

OBANDO, J.; MIRANDA, C.; JOWKAR, M.M.; MORENO, E.; SOURI, M.K.; MARTINEZ, I.A.; ARUS, P.; GARCIA-MAS, J.; MONFORTE, A.J.; FERNANDEZ-TRUJILLO, J.P. Creating climacteric melon fruit form non-climacteric parentals: postharvest quality implications. **In**:INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PLANT HOEMONE ETHYLENE, 2007, Dordrecht. Advances in plant ethylene research: proceedings...Dordrecht: Kluwer, 2007.p.197-205.

OETIKER, J.H.; YANG, S.F. The role of ethylene in fruit ripening. **Acta Horticulturae**, v. 398, p.167-178, 1995.

OJEDA, M.R. Utilização de ceras, fungicidas e sanitizantes na conservação de goiabas 'Pedro Sato' sob condição ambiente. 2001. 57 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba.

OLIAS, J.M., SANZ, L.C.; RIOS, J.J.; PEREZ, A.G. Inhibitory effect of methyl jasmonate on the volatile ester-forming enzyme system. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** v.40, n.2, p. 266–270, 1992.

OLIVEIRA, M.A.; CEREDA, M.P. Determinação da curva de respiração na pós-colheita dos frutos de goiaba híbrida (Branca) (*Psidium guajava* L) variedade Kumagai. **In** CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 14, 1996, Curitiba, PR. Resumos. Londrina: IAPAR, 1996, p.239.

PAIVA, M. C. Competição entre quatro cultivares e três seleções de goiabeiras em eldorado do Sul, RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 6, p. 17-922, 1994.

PALMA, J.M.; DEL RÍO, L.A.; PASTORI, G.M.; SANDALIO, L.M.; SEVILLA, F.; CORPAS, F.J.; JIMÉNEZ, A.; LÓPEZ, E.; HERNÁNDEZ, J.A.1998. The activated oxygen role of peroxisomes in senescence. **Plant Physiology**, v.116, n.4, p. 1195-1200, 1998.

PANDEY, R.R.; AURORA, D.K.; DUBEY, R.C. Effect of environmental conditions and inoculum density on infection of guava fruits by *Colletotrichum gloesporioides*. **Mycopathologia,** Dordrecht, v. 137, n.3, p. 165-172, 1997.

PARTHIER, B. Jasmonate hormonal regulators or stress factors in leaf senescence? **Journal of Plant and Growth Regulator,** v. 9, p. 57-63, 1990.

PASTORI, G.M.; TRIPPI, V.S. Oxidative stress induces high rate of glutathione reductase synthesis in a drought-resistant maize strain. **Plant & Cell Physiology**, v.33, n.7, p. 957-961. January 1992.

PEREIRA, F.M.; NATCHTIGAL, J.C Goiabeira. **In Melhoramento de Fruteiras Tropicais**, C.H.Brucker, ed. Viçosa, UFV. p. 267-289, 2002.

PÉREZ, A.G.; SANZ, L.C.; RICHARDSON, D.G.; OLÍAS, J.M. Methyl jasmonate vapor promotes β-carotene synthesis and chlorophyll degradation in 'Golden Delicious' apple peel. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 12, n.3, p. 163–167, 1993.

PÉREZ, A.; SANZ, C., OLÍAS, R.; OLÍAS, J.M. Effect of methyl jasmonate on in vitro strawberry ripening. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.45, n.10, p. 3733–3737, 1997.

PIVETA, K.F.L.; DURIGAN, J.F.; PEREIRA, F.M. Avaliação da conservação pós-colheita, em condições ambientais, de frutos de goiabeira (*Psidium guajava* L.) colhidos em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.14, p.236-239, 1992.

PIZA JUNIOR, C.T.; KAVATI, R. **A cultura da goiaba de mesa**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, CATI, (Boletim Técnico, 219), p. 28, 1994.

RATHORE, D.S. Effect of season on growth and chemical composition of guava (*Psidium guajava* L.) fruits. **Journal of Horticultural Science**, v.51, p.41-47, 1976.

RHODES, M.J.C. The climateric and ripening of fruits. In: HULME, A.C. (Ed.). **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press, 1980. p.521-533.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. **Fontes brasileiras de carotenoides:** tabela brasileira de composição de carotenoides em alimentos. Brasília: MMA/SBF, 2008.100p.

RODRIGUES, L. A. Contribuição ao estudo bioquímico de frutas tropicais e exóticas produzidas no Brasil: pectina, açúcar e proteína. 2009. 110 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Química, Araraquara.

ROHWER, C.L.; ERWIN, J.E. Horticultural applications of jasmonates: Areview. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v. 83, N.3, p. 283-304, 2008.

RUDELL, D.R.; FELLMANN, J.K.; MATTHEIS, J.P. Preharvest application of methyl jasmonate to 'Fuji' apples enhances red coloration and affects fruit size, splitting, and bitter pit incidence. **HortScience**, v. 40, n.6, p. 1760-1762, 2005.

SANIEWSKI, M.; CZAPSKI, J.; NOWACKI, J.; LANGE, E. The effect of methyl jasmonate on ethylene and 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid production in apple fruits. **Biologia Plantarum**, v. 29, n.3, p.199-203, 1987a.

SANIEWSKI, M.; NOWACKI, J.; CZAPSKI, J. The effect of methyl jasmonate on ethylene production and etylene-forming enzyme activity in tomatoes. **Jounal of Plant Physiology**, v. 129, n.1-2, p. 175-180, 1987b.

SANIEWKI, M. The role of jasmonates in ethylene biosynthesis. **Biology and Biotechnolgy of the Plant Hormone Ethylene;** Kanellis, A. K., Ed.; Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, The Netherlands; v.34, p. 39-45, 1997.

SEMBDNER, G.; PARTHIER, B. The biochemistry and the physiological and molecular actions of jasmonates. **Annual Reviews of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 44, p. 569-89, 1993.

SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. Biochemistry of fruit ripening. **Chapman and Hall Publishers**, London, 454 p, 1993.

SHAFIQ, M.; Z. SINGH, Z.; KHAN, A.S. Time of methyl jasmonate application influences the development of 'Cripps Pink' apple fruit colour." **Journal of the Science of Food Agriculture**, v. 93, n.3, p. 611-618, 2013.

SHENG, J.P.; LOU, Y.B.; WAINWRIGHT, H. Studies on lipoxygenase and the formation of ethylene in tomato. **Journal of Horticultural Science Biotechnology**, v.75, n.1, p. 69-71, 2000.

SIBOZA, X.I.; BOWER, J.P.; BERTLING, I. Effect of methyl jasmonate and salicylic acid on chilling injury of 'Eureka' lemons. **Acta Horticulturae**, v. 911, p. 409 – 414, 2011.

SINGH, B.N.; SESHAGIRI, P.V.V.; GUP'TA, S.S. The response of the respiratory system in mango and guava to alteration in the concentrations of oxygen and nitrogen. **Annals of Botany**, v.1, n.2, p.311-323, 1937.

SPILLER, S.H. Pectina de goiaba: avaliação de métodos de extração e análise de esterases durante o amadurecimento (solubilização de membranas e eletroforese). 2012. 101f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras.

SRIVASTAVA, H.C.; NARASIMHAN, P. Physiological studies during the growth and development of diferente varieties of guavas (*Psidium guajava* L.). **Journal of. Horticultural Sciences**, v. 48, p. 97-104, 1967.

TUCKER, G.A. Introduction. In: SEYMOUR, G.B., TAYLOR, J.E., TUCKER, G.A. **Biochemistry of fruit ripening.** London: Chapmal & Hall, 1993. Cap.1. p. 2-51.

VENKATACHALAM, K.; MEENUNE, M. Effect of methyl jasmonate on physiological and biochemical quality changes of longkong fruit under low temperature storage. **Fruits**, v. 70, n.2, p. 69-75, March 2015.

WANG, S.Y.; ZHENG, W. Preharvest application of methyl jasmonate increases fruit quality and antioxidant capacity in raspberries. **International Journal of Food Science & Technology**, v.40, n.2, p. 187–195, 2005.

WASTERNACK, C.; PARTHIER, B. Jasmonate-signalled plant gene expression. **Trends in Plant Science**, v. 2, n.8, p. 302–307, 1997.

WATADA, A.E.; HERNER, R.C.; KADER, A.A.; ROMANI, R.J.; STABY, G.L. Terminology for the description of developmental stages of horticultural crops. **Horticultural Science**, Alexandria, v.19, n.1, p.20-21, 1984.

WERNER, E.T.; OLIVEIRA, L.F.G.; BONA, A.A.; CAVATI, B.; GOMES, T.D.U.H. Efeito do cloreto de cálcio na pós-colheita de goiaba Cortibel. **Bragantia**, Campinas, vol.68 n.2, 2009.

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

WOLUCKA, B.A.; VAN MONTAGU, M. GDP-mannose 3',5'-epimerase forms GDPL_gulose, a putative intermediate for the novo biosynthesis of vitamin C in plants. Journal of Biological Chemistry, Baltimore, v. 278, n. 48, p. 47483-47490, 2003.

XISTO, A.L.R.P. Conservação pós-colheita de goiaba 'Pedro Sato' com aplicação de cloreto de cálcio em condições ambiente. 2002. 47 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

XISTO, A.L.R.P.; ABREU, C.M.P.; CORRÊA, A.D.; SANTOS, C.D. Textura de goiabas "Pedro Sato" submetidas à aplicação de cloreto de cálcio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.1, p.113-118, 2004.

YU, M.; SHEN, L.; FAN, B.; ZHAO, D.; ZHENG, Y.; SHENG, J. The effect of MeJA on ethylene biosynthesis and induced disease resistance to *Botrytis cinerea* in tomato. **Postharvest biology and Technology**, v. 54, n.3, p.153-158, 2009.

ZAPATA, P.J.; MARTINEZ-ESPLA, A.; GUILLEN, F.; DIAZ-MULA, H.M.; MARTINEZ-ROMERO, D.; SERRANO, M.; VALERO, D. Preharvest application of methyl jasmonate (MeJA) in two plum cultivars. 2. Improvement of fruit quality and antioxidant systems during postharvest storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 98, p. 115-122, 2014.

ZIOSI, V.; BONGHI, C.; BREGOLO, A.M. Jasmonate-induced transcriptional changes suggest a negative interference with the ripening syndrome in peach fruit. **Journal of Experimental Botany**, v. 59, n.3, p. 563-573, 2008.