



**QUALIDADE PÓS-COLHEITA DA GOIABA
“PEDRO SATO” TRATADA COM CaCl_2 E 1-
MCP EM CONDIÇÕES AMBIENTE**

ALMIR DE VASCONCELOS LIMA

2004

57435

049064

ALMIR DE VASCONCELOS LIMA

**QUALIDADE PÓS-COLHEITA DA GOIABA "PEDRO SATO"
TRATADA COM CaCl_2 E 1-MCP EM CONDIÇÕES AMBIENTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Agroquímica e Agrobioquímica, para obtenção do título de "Mestre".

Orientadora

Prof.ª Dra. Celeste Maria Patto de Abreu

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Lima, Almir de Vasconcelos

Qualidade pós-colheita da goiaba "Pedro Sato" tratada com CaCl_2 e
1-MCP em condições ambiente /Almir de Vasconcelos Lima. – Lavras :
UFLA, 2003.

67 p. : il.

Orientadora: Celeste Maria Patto de Abreu.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Goiaba. 2. Armazenamento. 3. Conservação pós-colheita.

I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD - 634.42168

- 664.804421

ALMIR DE VASCONCELOS LIMA

**QUALIDADE PÓS-COLHEITA DA GOIABA “PEDRO SATO”
TRATADA COM CaCl_2 E 1-MCP EM CONDIÇÕES AMBIENTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Agroquímica e Agrobioquímica, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 18 de fevereiro de 2004

Profª. Dra. Celeste Maria Patto de Abreu	UFLA
Prof. Dr. Mário César Guerreiro	UFLA
Prof. Dr. Luiz Carlos de Oliveira Lima	UFLA



Profª. Dra. Celeste Maria Patto de Abreu
UFLA
(Orientadora)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

OFEREÇO

Aos meus pais Waldemar e Francisca.

À minha sogra Salustiana.

Aos meus irmãos e irmãs, cunhados e cunhadas.

A todos os meus sobrinhos e sobrinhas.

DEDICO

**À minha esposa Lecimar e às
minhas filhas Shannasis e Jessenia.**

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal da Lavras e ao Departamento de Química, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Centro Federal de Educação Tecnológica do Piauí (CEFET-PI) pela liberação para realização do curso.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudo.

À Professora, Celeste Maria Patto de Abreu pela orientação atuante, pela compreensão, paciência e sugestões diante dos obstáculos.

Ao Professor Custódio Donizete dos Santos pelas muitas contribuições e pelas lições de ciências.

À Professora Angelita Duarte Corrêa pela atenção, contribuição e amizade.

Aos professores do curso pelos ensinamentos e amizade.

Aos técnicos laboratoristas do Departamento de Química, Maria Aparecida (Xulita), Liége, Marli e Wilson, pela colaboração na realização de algumas análises.

À secretária Miriam pelo atendimento eficiente e pela amizade.

À Professora Maria das Graças Cardoso pela colaboração e pelo apoio que ofereceu para a realização deste estudo.

Aos colegas de curso pelo incentivo e solidariedade, em especial a Glauciemar, pelos auxílios prestados e trocas de experiências.

Às alunas de graduação da UFLA, Simone e Tessalia, pelo auxílio nas análises laboratoriais.

Enfim, a todos aqueles que colaboraram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE TABELAS.....	iii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Aspectos gerais.....	3
2.2 Transformações com o amadurecimento	5
2.3 Perda de massa	6
2.4 Acidez total titulável e pH	7
2.5 Sólidos solúveis totais.....	8
2.6 Açúcares totais, redutores e não-redutores.....	8
2.7 Vitamina C.....	9
2.8 Pectina total e solúvel	10
2.9 Pectinametilasterase e poligalacturonase	12
2.10 Firmeza	13
2.11 Ação do cálcio	14
2.12 Função do etileno e do 1- MCP.....	15
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	18
3.1 Material	18
3.2 Delineamento experimental	18
3.3 Tratamento e preparo da amostra	18
3.4 Análises físicas, físico-químicas e químicas.....	19
3.4.1 Firmeza	20
3.4.2 Perda de massa	20
3.4.3 Acidez total titulável	20
3.4.4 pH.....	20
3.4.5 Sólidos solúveis totais.....	20
3.4.6 Açúcares totais, redutores e não-redutores.....	21
3.4.7 Vitamina C.....	21
3.4.8 Pectina total e solúvel	21
3.4.9 Atividade da pectinametilasterase e poligalacturonase.....	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1 Perda de massa	23

4.2	Acidez total titulável (ATT) e pH.....	25
4.3	Sólidos solúveis totais.....	28
4.4	Vitamina C.....	31
4.5	Açúcares totais.....	33
4.6	Açúcares redutores.....	35
4.7	Açúcares não-redutores (Sacarose).....	37
4.8	Pectina total, pectina solúvel e porcentagem de solubilização.....	39
4.9	Firmeza.....	44
4.10	Atividade da pectinametilesterase (PME).....	46
4.11	Atividade da poligalacturonase (PG).....	49
4.12	Aparência.....	51
5	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	54
6	CONCLUSÕES.....	55
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56
	ANEXOS.....	65

LISTA DE FIGURAS

Página

- FIGURA 1.** Curva e equação de regressão representativas dos valores de acidez total titulável de goiabas cv. Pedro Sato submetidas a tratamentos com cloreto de cálcio e 1-MCP e armazenadas sob condições ambiente. 26
- FIGURA 2.** Curva e equação de regressão representativas de pH de goiabas cv. Pedro Sato submetidas a tratamento com cloreto de cálcio e 1-MCP e armazenadas em condições ambiente. 28
- FIGURA 3.** Curva e equação de regressão representativas dos teores de sólidos solúveis totais de goiabas cv. Pedro Sato submetidas a tratamentos com cloreto de cálcio e 1-MCP e armazenadas em condições ambientais. 29
- FIGURA 4.** Curva e equação de regressão representativas dos teores de vitamina C de goiabas cv. Pedro Sato submetidas a tratamentos com cloreto de cálcio e com 1-MCP e armazenadas sob condições ambientais. 31
- FIGURA 5.** Curva e equação de regressão representativas dos valores de açúcares totais de goiabas cv. Pedro Sato submetidas a tratamentos com cloreto de cálcio e 1-MCP e armazenadas sob condições ambientais. 34
- FIGURA 6.** Curva e equação de regressão representativas dos valores de açúcares redutores (% glicose) de goiabas da cultivar Pedro Sato submetidas aos tratamentos com cloreto de cálcio e 1-MCP, armazenadas à temperatura ambiente. 36
- FIGURA 7.** Curva e equação de regressão representativas dos valores de açúcares não-redutores de goiabas cv Pedro Sato submetidas a tratamentos com cloreto de cálcio e 1-MCP e armazenadas sob condições ambientais 38

- FIGURA 8.** Curva e equação de regressão representativas dos teores de pectina total de goiabas cv. Pedro Sato submetidas a tratamentos com 1-MCP e com cloreto de cálcio e armazenadas sob condições ambientais. 40
- FIGURA 9.** Curva e equação de regressão representativas dos teores de pectina solúvel de goiabas cv. Pedro Sato submetidas a tratamento com cloreto de cálcio e com 1-MCP e armazenadas sob condições ambientais. 42
- FIGURA 10.** Curva e equação de regressão representativas das porcentagens de solubilização da pectina de goiabas cv. Pedro Sato submetidas a tratamentos com cloreto de cálcio e 1-MCP e armazenadas sob condições ambientais. 44
- FIGURA 11.** Curva e equação de regressão representativas dos valores de textura de goiabas cv. Pedro Sato submetidas a tratamentos com cloreto de cálcio e 1-MCP e armazenadas sob condições ambientais. 45
- FIGURA 12.** Curva e equação de regressão representativas da atividade da PME de goiabas cv. Pedro Sato submetidas a tratamentos com cloreto de cálcio e 1-MCP e armazenadas sob condições ambientais. 47
- FIGURA 13.** Curva e equação de regressão representativas da atividade da PG de goiaba cv. Pedro Sato submetidas aos tratamentos com cálcio e com 1-MCP e armazenadas sob condições ambientais. 50
- FIGURA 14** Aspectos de aparência do dia da colheita de goiabas cv. Pedro Sato que foram utilizadas neste trabalho. 52
- FIGURA 15** Aspectos de aparência do sexto dia do armazenamento de goiabas cv. Pedro Sato submetidas a tratamento com cloreto de cálcio e com 1-MCP e armazenadas sob condições ambientais 53

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1. Valores médios percentuais de perda de massa das goiabas cv. Pedro Sato submetidas aos tratamentos com cloreto de cálcio e 1-MCP e armazenadas sob condições ambientais	23
TABELA 2. Valores de açúcares redutores (% de glicose) de frutos tratados com cloreto de cálcio.	36

RESUMO

LIMA, Almir de Vasconcelos. **Qualidade pós-colheita da goiaba “Pedro Sato” tratada com CaCl_2 e 1-MCP em condições ambiente.** 2004. 67p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica e Agrobioquímica) – Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG.¹

Com objetivo de ampliar o tempo de armazenamento, goiabas maduras foram tratadas com cloreto de cálcio e 1-metilciclopropeno (1-MCP) e comparadas com o controle. O cálcio, bem como o 1-MCP, já vêm sendo usados com resultados positivos na pós-colheita em vários tipos de frutos. Este trabalho avaliou o efeito isolado do tratamento com cloreto de cálcio e 1-MCP em goiabas armazenadas em condições ambientais na preservação da firmeza, aparência e valor nutritivo. Goiabas da c.v Pedro Sato foram colhidas no município de Lavras-MG, no estádio de maturação de vez, selecionadas, lavadas em água corrente e posteriormente separadas em três grupos de trinta e seis frutos para a composição dos tratamentos. Os frutos dos três tratamentos foram imersos em solução de hipoclorito de sódio a 1% a 20°C por cinco minutos para desinfecção. No grupo (1) Controle, os frutos não sofreram nenhum tratamento, no grupo (2) CaCl_2 , os frutos foram imersos em solução de cloreto de cálcio a 2% por um minuto; e no grupo (3) 1-MCP, foi feita aplicação de 150 nL.L⁻¹ de 1-MCP nos frutos durante 12 h. Em seguida, todos os frutos foram armazenados em condições ambientais (20°C ± 3, UR 84% ± 6) por um período de seis dias. Posteriormente ao armazenamento foram avaliados os aspectos físicos, químicos e físico-químicos. As alterações na qualidade pós-colheita foram detectadas pelas análises de perda de massa, acidez total titulável, pH, vitamina C, açúcares totais, açúcares redutores, sacarose, pectina total, pectina solúvel, porcentagem de solubilização da pectina, atividade da Poligalacturonase, atividade da Pectinametilsterase, aparência e textura. Perda de massa, textura e aparência foram mais conservados nos frutos tratados com 1-MCP que nos frutos do tratamento com cálcio. Os resultados obtidos neste estudo indicam que, o 1-MCP manteve os frutos com bons aspectos de qualidade após 6 dias, visto que estes mostraram melhor aparência, menos perda de massa e melhor firmeza em relação aos frutos do controle e ao tratamento com cálcio, demonstrando que este composto foi mais efetivo em retardar o amadurecimento dos frutos no período estudado.

¹ Comitê Orientador: Dra. Celeste Maria Patto de Abreu – UFLA (Orientadora), Dr. Custódio Donizete dos Santos – UFLA, Dra. Angelita Duarte Corrêa – UFLA

ABSTRACT

LIMA, Almir de Vasconcelos. Postharvest quality of guava Pedro Sato treated with CaCl_2 and 1-MCP under environmental conditions. 2004. 67 p. Dissertation (Master in Agrochemistry and Agrobiochemistry) - Universidade Federal de Lavras, Lavras- MG.¹

With a view to widening storage time, mature guavas were treated with calcium chloride and 1-methylcyclopropene (1-MCP) and compared with the control. Calcium as well as 1-MCP has already been used with positive results at postharvest in a several sorts of fruits. This work evaluated the single effect of the treatment with calcium chloride and 1-MCP in guavas stored under environmental conditions in the preservation of firmness, appearance and nutritive value. Guavas of the cultivar Pedro Sato were harvested in the town of Lavras – MG state at the just before ripening maturation stage, screened, running water washed and afterwards separated into three groups of thirty six fruit for composition of he treatments. The fruit of the tree treatments were soaked into 1% sodium hypochloride solution at 20°C for five minutes for disinfection. In group (1) control, the fruit underwent no treatment, in group(2) CaCl_2 , the fruit were soaked into 2% calcium chloride solution for one minute and in group, (3) 1-MCP, application of 150 nL.L⁻¹ of 1-MCP was done in the fruits for 12 hours. Next, all the fruits were stored under environmental conditions (20°C ±3, RH 84% ±6) for a six days period. Subsequently to the treatment, the physical, chemical and physical-chemical aspects were assessed. The alterations in the postharvest quality were detected by the analyses of loss, mass, titrable total acidity, pH, vitamin C, total sugars, reducing sugars, sucrose, total pectin, Polygalacturonase activity, Pectinmethylesterase activity, appearance and texture. Loss of mass, texture and appearance were most conserved in the 1-MCP treated fruits than in the fruits of the calcium treatment. The results obtained in this study point out that 1-MCP maintained the fruits with a good aspects of quality after 6 days since these showed better appearance, mass loss and better firmness, relative to the control fruits and to the treatment with calcium, showing that this compound was more effective in delaying ripeness of the fruits in the period studied.

¹ Guidance Committee: Dra. Celeste Maria Patto de Abreu - UFLA (Adviser), Dr. Custódio Donizete dos Santos - UFLA, Dra. Angelita Duarte Corrêa - UFLA

1 INTRODUÇÃO

A goiabeira (*Psidium grajava* L.) pertence à família Myrtaceae (Medina, 1988) e é encontrada nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, sendo sua origem reconhecida como da América Tropical (Pereira & Martinez – Junior, 1986). A goiaba é um dos frutos tropicais de grande importância em virtude de suas características organolépticas, seu elevado valor nutritivo e seu alto teor de vitamina C. Além disso, contém considerável teor de vitamina A, tiamina, niacina, fósforo, ferro e proteína (Castro & Sigrist, 1991).

A forma de utilização da goiaba é bastante diversificada; é usada como fruta fresca ou processada na forma de suco, doce, sorvete ou polpa. O tamanho, forma, coloração, aroma e sabor são muito variáveis, pois existem frutos grandes, médios e pequenos e, quanto à forma, podem ser classificados como ovais, piriformes, elípticos e oblongos. Em relação à cor da casca, pode variar entre verde-amarela, amarelo-claro e amarelo-avermelhada. A polpa pode também apresentar diversas cores, como branca, creme amarelo, vermelha e rosada. As frutas de polpa vermelha têm maior valor mercadológico; porém, para a produção comercial, as cultivares de polpa branca são mais recomendadas por apresentarem uma longa vida de pós-colheita (Piza Jr. & Kavati, 1994).

O Brasil, apesar de ser um grande produtor mundial de goiaba, se apresenta como inexpressivo exportador desse produto *in natura*, em decorrência principalmente da alta perecibilidade pós-colheita, que impõe ao produtor exportá-la apenas por via aérea, o que tem como consequência, um alto custo operacional. Frutos que não se enquadram dentro dos padrões de qualidade exigidos pelo mercado internacional também constituem barreiras que limitam a exportação brasileira do fruto *in natura*.

A rápida deterioração da goiaba após a colheita impossibilita o transporte e o armazenamento por longo intervalo de tempo. Portanto, há

necessidade do desenvolvimento de tecnologias apropriadas que possibilitem uma vida pós-colheita mais prolongada para esse fruto, o que implicará em aumento do tempo de armazenamento, redução de perdas e, conseqüentemente, melhores condições de exportação para o produtor brasileiro.

Nos últimos anos, a associação de métodos de conservação de frutos e aplicação de cálcio nas fases pré e pós-colheita tem sido estudada, tendo em vista que o cálcio estabiliza e enrijece a parede celular, aumentando efetivamente a resistência histológica dos frutos contra as doenças. Outra técnica que vem sendo aplicada ultimamente é a utilização de 1-MCP no prolongamento da senescência de frutos e hortaliças, bem como o uso desse composto como ferramenta potencial para o entendimento da função do etileno no desenvolvimento de produtos vegetais. A confirmação dos resultados e o aperfeiçoamento dessas técnicas são de grande importância para todos os países produtores de goiaba.

O objetivo deste trabalho foi contribuir para o desenvolvimento de tecnologias que possibilitem o prolongamento da vida útil da goiaba “Pedro Sato”, destinada ao consumo *in natura*, diminuindo as perdas pós-colheita desse produto.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais

A produção brasileira de goiaba apresenta maior destaque entre os Estados de São Paulo, Minas Gerais e Pernambuco, que respondem, em conjunto, por mais de 80% de toda a produção nacional. Os Estados do Rio Grande do Sul, Ceará e Rio de Janeiro também são importantes produtores de goiaba. O Brasil produz aproximadamente 100 mil toneladas de frutos por ano, com uma expectativa para produzir, nos próximos anos, cerca de 300 mil toneladas. É importante considerar que, no Nordeste, já existe uma grande área, mais de 5.000 ha cultivadas com goiabeiras, e há uma tendência para mais crescimento, principalmente nos pólos de plantios irrigados. Na Região do Submédio do Vale do São Francisco, que envolve vários municípios, calcula-se, atualmente, uma área cultivada superior a 2.000 há; porém, embora a goiabeira seja considerada social e economicamente importante, pouco se tem usado do conhecimento tecnológico para melhorar sua exploração e levar a cultura ao patamar desejado (Gonzaga Neto, 2001).

O período normal de produção da goiaba encontra-se entre janeiro e março; porém, é possível realizar colheita durante o ano todo. Os frutos que se desenvolvem no inverno apresentam, quando maduros, maiores teores de ácido ascórbico, pectina total, acidez total titulável e açúcares totais. Pode-se sugerir, com base nesses dados, que os maiores valores desses constituintes no período do inverno estejam relacionados com a temperatura. Baixas temperaturas retardam perdas excessivas e aumentam o transporte de substâncias sintetizadas pela fotossíntese das folhas para outras estruturas da planta e, conseqüentemente, há a formação de reservas alimentares principalmente nos frutos (Rathore 1976).

A goiaba pode ser consumida *in natura* ou processada. Tem grande importância na indústria e sua qualidade está relacionada às suas características físicas como aparência, tamanho, forma, cor, firmeza bem como à sua composição química responsável pelo aroma e o sabor (Gongatti Netto et al., 1996).

As goiabeiras da cultivar Pedro Sato são muito produtivas, sendo os frutos relativamente grandes, oblongos, de agradável sabor, com poucas sementes e casca rugosa. É uma cultivar bastante difundida no Estado de São Paulo (Pereira, 1995; Manica et al., 2000).

As goiabas são frutos altamente perecíveis e apresentam uma grande atividade metabólica. Quando mantidas em temperatura ambiente, amadurecem completamente entre 3 e 5 dias (Gongatti Netto et al., 1996). Para o consumo *in natura*, a qualidade da goiaba está relacionada aos seus atributos físicos, como tamanho, aparência, forma, firmeza e cor, bem como à sua composição química, responsável pelo sabor e o aroma (Gongatti Netto et al., 1996). Segundo Carvalho (1994), essas características variam principalmente de acordo com a cultivar, o estágio de maturação, as condições climáticas, o local de cultivo, as condições de colheita e o manuseio pós-colheita, tendo conseqüências diretas sobre a conservação e a qualidade dos frutos.

A prática de julgar a maturidade pela forma e a cor do fruto não é adequada. Para a determinação do ponto ideal de colheita, têm sido utilizados métodos físicos e químicos como teor de sólidos solúveis (SST); acidez total titulável (ATT); relação SST/ATT; firmeza da polpa (textura); densidade do fruto e coloração da casca (Bleinroth, 1996). Porém, é desejável que a colheita seja realizada no estágio maturo para assegurar que, o fruto seja de boa qualidade com relação à cor da casca, da polpa, à firmeza, ao flavor, à textura e ao teor nutritivo (Brown & Paxton, 1983). Os produtores brasileiros reconhecem o ponto ideal de colheita pela consistência e a cor externa do fruto.

A qualidade do fruto pode ser alterada por diversos fatores, como práticas de irrigação utilizadas, estágio de maturação, localização do fruto na árvore e ambiente de armazenamento (Siddiqui et al., 1991).

2.2 Transformações com o amadurecimento

O processo de amadurecimento tem sido definido fundamentalmente como as transformações nos fatores sensoriais do sabor, odor, cor e textura que tornam o fruto apropriado para o consumo. Algumas dessas transformações podem ser mensuradas através de análise ou verificação de mudanças físicas visíveis ou pelas endógenas, como mudanças nos pigmentos, ácidos orgânicos, carboidratos e pectinas, entre outros (Chitarra & Chitarra, 1990).

Crookes & Grierson (1983) propuseram que o amadurecimento é um fenômeno de senescência durante o qual há um aumento na permeabilidade das membranas celulares, levando à perda de compartimentalização que regula a atividade de enzimas envolvidas no amadurecimento. Lazan & Ali (1993) sugeriram que as modificações que ocorrem com o amadurecimento sejam reguladas independentemente por enzimas codificadas por genes ou por grupos específicos de genes, ativados durante esse processo. A fase final da maturação envolve uma série de mudanças que resultam na alteração da estrutura e composição química dos frutos, tornando-os apropriados para o consumo (Wills et al., 1981). Segundo Dilley (1980), o amadurecimento é um processo ordenado e dinâmico induzido pelo etileno, que é o hormônio do amadurecimento.

Nos frutos climatéricos, como se tem verificado com as cultivares de goiaba, o amadurecimento é um processo complexo que utiliza grande quantidade de energia (Bruisma, 1981) e está relacionado com uma rápida elevação da taxa respiratória dos frutos colhidos, bem como com a taxa de síntese de etileno (Beaudry et al., 1993; Inaba, 1993).

De acordo com Andrews & Li (1994), o amadurecimento é acompanhado por uma série de processos bioquímicos e físicos que conduzem a síntese e degradação de pigmentos, transformação do amido em açúcares, perda de firmeza, produção de voláteis e aumento na respiração de frutos climatéricos.

2.3 Perda de massa

A causa mais significativa da perda de massa dos frutos é a transpiração e está relacionada diretamente com a respiração. Uma perda de água de apenas 5% implica não só em redução de massa, mas também em murchamento e na perda de consistência, fatores que afetam a aparência e a firmeza, ideais para o consumo de muitos frutos. Assim sendo, para reduzir essa perda durante o armazenamento tem-se utilizado baixa temperatura e elevada umidade relativa que favoreça um baixo metabolismo e diminua a transpiração dos frutos armazenados (Awad, 1993).

Chitarra & Chitarra (1990) relataram que uma redução entre 3 e 6% de água é suficiente para causar prejuízo na qualidade de muitos produtos, embora outros, mesmo perdendo 10% ou mais de umidade, ainda podem ser comercializados. Lima (1999) verificou que na goiaba da cultivar Pedro Sato, quando os frutos foram submetidos a tratamentos diferentes e armazenados sob refrigeração (10°C e 67% UR), houve mais perda de massa no controle, atingindo 20% no 15º dia de armazenamento.

Os valores aceitáveis de perda de massa fresca para diferentes cultivares de goiaba encontram-se na faixa entre 10 e 15% de acordo com Dalal et al. (1971). Gaspar (1997) e Carvalho (1999) relataram perdas de massa de 12,09% em goiabas “Kumagai” armazenadas durante 10 dias em temperatura ambiente.

2.4 Acidez total titulável e pH

Os valores de acidez total titulável e de pH variam consideravelmente durante o período de maturação e contribuem para o desenvolvimento do sabor da goiaba. No decorrer do amadurecimento, os teores dos ácidos orgânicos diminuem como consequência da respiração e da conversão de açúcares, em função de uma maior atividade metabólica. Os ácidos orgânicos constituem reserva energética do fruto através de sua oxidação no ciclo de Krebs (Chitarra & Chitarra, 1990).

Wilson et al. (1982) estudaram cinco cultivares de goiaba e verificaram a ocorrência dos ácidos cítrico, málico e fumárico, sendo que o ácido cítrico foi encontrado em maior quantidade. Yusof & Mohamed (1987) relataram que durante o amadurecimento de goiabas houve aumento da acidez total titulável (ATT) entre a quarta e a sexta semanas após a formação do fruto.

Siddiqui et al. (1991) observaram aumento de ATT de goiabas “Kumagai” armazenadas em temperatura ambiente. Também foi observado aumento de ATT por Carvalho (1999) e Gianonni (2000) para goiabas armazenadas sob refrigeração. Chitarra (1996) observou ainda que em goiabas, a ATT pode variar de 0,2 a 1,0% de ácido cítrico por 100 g de polpa. Chyau et al. (1992) relataram que a variação no pH é menos acentuada, oscilando geralmente entre 4,5 e 5,2 em frutos maduros.

Segundo Xisto (2002), houve efeito significativo da interação cálcio e o período de armazenamento sobre o teor de acidez total titulável. Esta autora verificou que em frutos tratados com cálcio em condições ambientais, os processos de amadurecimento e senescência foram retardados em relação ao fruto controle. A mesma autora conclui que houve aumento no valor do pH durante o armazenamento dos frutos tratados com cálcio e sem cálcio.

2.5 Sólidos solúveis totais

A análise de teor de sólidos solúveis totais (SST), realizada através da utilização do refratômetro, é bastante simples e pode ser realizada no pomar. Essa análise fornece uma idéia do teor de açúcares totais do fruto, sendo o resultado da leitura expresso em graus Brix (°Brix) ou porcentagem. Ocorre aumento do teor de SST entre 75 e 135 dias após a florada e, na época da colheita, este valor deve estar entre 9,0 e 10,0% (Bleinroth, 1996).

Segundo Pantastico et al. (1975), alta luminosidade e elevadas temperaturas elevam o nível de sólidos solúveis totais em função da maior atividade fotossintética e acumulação maior de carboidratos nos frutos.

Diferentes cultivares de goiaba possuem níveis de sólidos solúveis totais (SST) oscilando entre 5,72 e 17,76% (Singh et al., 1984; Siddiqui et al., 1991). As cultivares que possuem alto grau de doçura e apresentam teor de SST variando entre 7,33 e 7,82% são apropriadas para o consumo *in natura* (Carvalho, 1994).

Carvalho (1999) observou uma elevação pouco acentuada de SST com o avanço da maturação em goiabas embaladas e armazenadas sob refrigeração. Foi também observado que, à medida que a fruta vai amadurecendo, ocorre aumento do teor de açúcares redutores e totais, fazendo com que os SST também aumentassem (Ital, 1988).

2.6 Açúcares totais, redutores e não-redutores

Os processos bioquímicos de degradação de polissacarídeos que ocorrem no amadurecimento dos frutos estão estreitamente relacionados com o aumento nos níveis de açúcares que proporcionam conseqüente aumento da doçura do fruto. No período de maturação dos frutos, o aumento nos valores de açúcares

totais, açúcares redutores e não-redutores se deve à hidrólise do amido e, conseqüentemente, ao acúmulo de sacarose, glicose e frutose (Chitarra & Chitarra, 1990). De acordo com o relato de Mowlah & Itoo (1983), os açúcares principais (predominantes) em goiaba, em ordem decrescente, são a frutose, a glicose e a sacarose.

Gianonni (2000) observou, no período final de armazenamento, elevação dos níveis de açúcares totais, açúcares redutores e não-redutores de goiaba tratadas com CaCl_2 e armazenadas sob refrigeração. A elevação dos teores desses açúcares pode ser devido à hidrólise do amido, à concentração dos açúcares, resultante da desidratação dos frutos; ou à degradação da parede celular (Chitarra & Chitarra, 1990). Tem sido verificado que no período do armazenamento de goiabas há uma diminuição nos teores de açúcares totais, redutores e não-redutores (Singh et al., 1984). Chyau et al. (1992) relataram o mesmo comportamento com goiabas colhidas maduras.

O sabor e o aroma típicos da goiaba são conseqüência principalmente do balanço entre ácidos e açúcares, sendo que a proporção entre eles tem estreita relação com a intensidade da doçura dos frutos (Chitarra, 1996).

2.7 Vitamina C

O teor de vitamina C é muito importante do ponto de vista nutricional e a goiaba, por apresentar elevado teor dessa substância, pode ser considerada uma boa fonte desta vitamina. Os frutos que apresentam níveis mais elevados são desejáveis, pois transporte, armazenamento e processamento propiciam perdas de parte dessa vitamina (Carvalho, 1994). Segundo Cheftel & Cheftel (1992), os decréscimos nos níveis de ácido ascórbico de frutos no período do armazenamento dependem do tempo e da temperatura de armazenamento. Lima (1999) verificou que o teor de vitamina C diminui com a senescência em goiabas


armazenadas sob refrigeração. Khedkar et al. (1982) também relataram redução do conteúdo de vitamina C em goiabas da cultivar Sadar L-49 armazenadas por dez dias em temperatura ambiente. El-Buluk et al. (1994) observaram um grande aumento no conteúdo de vitamina C no período de amadurecimento e maturação. Poovaiah (1986) reporta que o cálcio reduz a taxa respiratória dos frutos, podendo haver acúmulo de glicose e sua posterior utilização para a síntese de ácido ascórbico.

Durante o período de armazenamento, foi observado, por Xisto (2002), que frutos tratados com cálcio apresentaram maiores valores de vitamina C que os frutos não tratados. O teor de vitamina C está sujeito a variações dependendo da cultivar, do estágio de maturação e da temperatura de armazenamento, podendo atingir um máximo de 169,76 mg de vitamina C por 100 g (Oliveira, 1996) ou diminuir (Singh & Chauhan, 1982) durante o armazenamento em temperatura ambiente.

2.8 Pectina total e solúvel

As substâncias pécticas da parede celular e lamela média apresentam uma estreita relação com a firmeza e, conseqüentemente, com a qualidade dos frutos. O aumento nos teores de pectina solúvel indica amaciamento do fruto e acontece devido à degradação das substâncias pécticas em ácido galacturônico solúvel. O processo de despolimerização das pectinas induz o amaciamento da goiaba e aumenta a solubilização das mesmas, sendo que toda essa transformação ocorre pela ação das enzimas pectolíticas (Adams, 1991).

Os compostos pécticos são constituídos de unidades de ácido galacturônico e derivados e podem se encontrar na forma de protopectinas, ácidos pectínicos, ácidos pécticos e pectinas. A protopectina é a forma insolúvel dos compostos pécticos que estabelecem ligação com outras cadeias adjacentes



por meio de ligações com cálcio, constituindo um polímero de peso molecular elevado (pectato de cálcio). As cadeias de ácido poligalacturônico totalmente metiladas são denominadas de pectinas, enquanto os ácidos pectínicos apresentam cadeias poligalacturônicas com grau de metilação inferior a 100% e os ácidos pectínicos não apresentam metilação (Cheftel & Cheftel, 1992).

Em trabalhos realizados por Esteves (1981), verifica-se que o teor de pectina total de cinco cultivares de goiaba revelou aumentos nos estádios iniciais do processo de maturação, seguidos de decréscimos nos estádios finais, sendo que em uma das cultivares observou-se que houve declínio no início e, posteriormente, uma leve elevação no final. As análises foram feitas entre 74 e 121 dias após a floração.

Carvalho (1994) encontrou porcentagem elevada de pectina solúvel na variedade Pirassununga Vermelha, sugerindo que esta cultivar tem seu uso limitado em razão de que a textura muito macia diminui a vida de prateleira dos frutos. Giannoni (2000) verificou que os frutos submetidos a diferentes níveis de CaCl_2 e armazenados sob refrigeração apresentam menor solubilização das pectinas, indicando associação entre firmeza do fruto e presença de cálcio.

Em condições ambiente, os teores de pectina total tendem a diminuir no início do armazenamento nos frutos tratados com cloreto de cálcio, com conseqüente elevação a partir do terceiro dia de armazenamento (Xisto, 2002).

Um acréscimo no nível de pectina solúvel é um parâmetro que indica amaciamento do fruto e as enzimas pectinolíticas são apontadas como fatores importante no controle desse processo (Adams, 1991; Dean & Mattoo, 1991). De acordo com Lazan & Ali (1993), o amaciamento da goiaba se caracteriza pela despolimerização das pectinas da parede celular, seguida de um acréscimo na solubilização das mesmas. O amaciamento começa no mesocarpo próximo das sementes e prossegue até atingir outras regiões do fruto.

2.9 Pectinametilasterase e poligalacturonase

Tem sido reportado que os teores de pectinas solúveis aumentam no decorrer do amadurecimento de muitos frutos. Essa modificação resulta, provavelmente, da atividade de enzimas associadas à parede celular, tais como pectinametilasterase (PME), poligalacturonase (PG), β -galactosidase e de outras sobre a pectina e outros carboidratos (Barret & Gonzalz, 1994).

Até o presente momento, nenhuma enzima tem sido relatada como única na regulação do desenvolvimento da maciez dos frutos. As mais importantes e mais estudadas são as PME e as PG.

Fry (1986) e Kingh et al. (1988) relataram que pH baixo e inibidores podem afetar a atividade da PME. A pectina de baixa metoxilação formada pode ser hidrolizada pela PG ou complexar com Ca^{++} , formando pectato de cálcio e estabilizando a parede celular (Da Silva et al., 1997). Segundo Pal & Selvanaj (1979) e Mowlah & Itto (1983), a atividade da PME aumentou continuamente durante o desenvolvimento da goiaba. No entanto, a atividade pode diminuir durante o amadurecimento (El-Zoghbi, 1994).

Frutos climatéricos apresentam um aumento de atividade da PG no início do amadurecimento e, em consequência, tornam-se mais macios (Kingh & O'Donoghue, 1995). A atividade da PG pode ser regulada pelo pH, pela presença de cálcio e pela força iônica do apoplasto, que afeta a mobilidade da enzima dentro da parede celular, pela hidrólise das cadeias laterais de açúcares neutros e pelo alto grau de esterificação dos resíduos uronosil (Ahmed & Labavitch, 1980).

A atividade da PG em goiabas aumenta no início do amadurecimento e pode-se prolongar até o fruto tornar-se muito maduro ou declinar neste período (Moulah & Itoo, 1983; El-Zoghbi, 1994). Segundo Xisto (2002), a atividade da PG foi maior para frutos de goiaba conservados em condições ambientais, sem

tratamento com cloreto de cálcio, quando comparados aos frutos tratados com CaCl_2 .

2.10 Firmeza

Depois da alteração da cor, o amaciamento do fruto é a mudança mais importante que ocorre no decorrer de seu processo de maturação. É muito importante do ponto de vista econômico, uma vez que afeta sua qualidade, resistência ao transporte, conservação e resistência ao ataque de microorganismos (Awad, 1993).

A textura é um conjunto de propriedades dos frutos e hortaliças, constituídas por características físicas percebidas pelo tato e que se relacionam com a deformação e desintegração desses alimentos sob aplicação de força. Pode ser avaliada subjetivamente, por meio de compressão do produto com os dedos ou através de um painel sensorial, ou objetivamente, quando corresponde a uma das características de firmeza com o auxílio de instrumentos tais como penetrômetros, pressurômetros e testadores de compressão, cisalhamentos e tensão. As substâncias pécticas são os compostos químicos principais dos tecidos, que respondem pelas alterações da firmeza dos frutos e hortaliças (Chitarra & Chitarra, 1990).

O amadurecimento da goiaba ocorre devido à despolimerização das pectinas da parede celular, seguido por um aumento na solubilidade das mesmas. O amaciamento começa no tecido do mesocarpo interno, ligado às sementes, e prossegue até atingir outras regiões do fruto. A solubilidade da pectina no mesocarpo interno e externo é semelhante; no entanto, sua despolimerização inicia-se mais cedo no mesocarpo interno (Lazan & Ali, 1993).

A forma insolúvel dos compostos pécticos é a protopectina, que se combina de forma cruzada a outras cadeias poliméricas adjacentes por meio de

ligações de cálcio, formando um polímero parcialmente metilado de alto peso molecular. No processo de maturação, a protopectina é desesterificada e hidrolizada a frações de menor peso molecular, solúveis em água (Wills et al., 1982).

Pal & Selvaraj (1979) relataram, com base na observação de frutos de sete cultivares indianas, colhidas em vários estádios de desenvolvimento, que o teor de pectina total pode aumentar ou diminuir durante o processo de amadurecimento.

Segundo Basseto (2002), goiabas da variedade Pedro Sato colhidas com 86,1N de firmeza apresentaram acentuada redução após o amadurecimento. Ainda de acordo com essa autora, as goiabas armazenadas durante 14 dias a 10°C mais 2 dias a 25°C apresentaram firmeza de 13,4 a 16,5 N, e aquelas armazenadas durante 21 dias mais 2 dias a 25°C apresentaram firmeza de 6,1 a 7,0 N.

2.11 Ação do cálcio

O cálcio é um macronutriente crítico para o desenvolvimento normal das plantas (Poovaiah, 1988) e tem grande utilidade na manutenção da qualidade de frutas e hortaliças (Poovaiah, 1986). Segundo Bramlage et al. (1980), o cálcio atua na permeabilidade da membrana principalmente nas cadeias pécticas, mantendo-as unidas na parede celular, e na atividade energética da membrana, influenciando a relação ADP/ATP e, conseqüentemente, a taxa respiratória.

Poovaiah (1986), reporta que o tratamento com cálcio tem função de retardar os processos de amadurecimento e senescência dos frutos e diminuir a perda de massa em função da incorporação desse material à estrutura da parede celular, diminuindo a permeabilidade ao vapor de água, o que resulta no

aumento da vida útil do fruto. A aplicação de cálcio induz uma menor taxa respiratória e reduz a produção de etileno (Richardson & Al-Ani, 1982).

Tem sido realizado tratamento com cálcio nas fases pré (Singh & Chauhan, 1993) e pós-colheita (Tavares, 1993; Yamashita & Benassi, 2000; Giannoni, 2000; Carvalho, 1999), com resultados que mostram manutenção da firmeza do fruto com conseqüente aumento de sua vida de prateleira.

2.12 Função do etileno e do 1-MCP

A goiaba é um fruto climatérico e por isso apresenta, no seu amadurecimento, um aumento na taxa respiratória e na produção de etileno, quando exposta a essa substância, exhibe amadurecimento rápido e mais uniforme (Kander, 1994b; Reys & Paull, 1995). Como o etileno aumenta a degradação da clorofila e o amaciamento dos frutos, a vida pós-colheita torna-se mais curta (Kander, 1994a).

O etileno é reconhecido por muitos pesquisadores como hormônio do amadurecimento, sendo que, na maioria dos frutos, concentrações de etileno fisiologicamente ativas no meio intercelular são seguidas de uma elevação da taxa respiratória. Ocorre também que o fornecimento exógeno de etileno induz o processo de amadurecimento em frutos imaturos, assim como promove a ação autocatalítica de síntese. Portanto, o aumento da biossíntese de etileno até concentrações que promovem o amadurecimento constitui o evento que delimita a transição entre as fases de crescimento e senescência do fruto (Chitarra & Chitarra, 1990).

Apesar de o modo de ação do etileno não ser totalmente compreendido, existem várias teorias que sugerem possíveis explicações. Em geral, essa substância é sintetizada no fruto quando a maturidade fisiológica é atingida, colocando em funcionamento transformações químicas como as que ocorrem

durante o processo de amadurecimento (Fennema, 1993). De acordo com Klude et al. (2002), provavelmente o etileno se liga a uma molécula receptora específica e o próprio receptor ativa o etileno ou, aparentemente, o mais provável, uma via de sinalização constituída por mensageiros secundários chega ao núcleo celular e induz a expressão de genes específicos. Em consequência, formam-se novos RNAs e novas proteínas, o que desencadeia uma série de respostas características do etileno.

Pesquisas recentes com o composto 1- metilciclopropeno 1- MCP têm se somado a uma lista de outras ferramentas que estão contribuindo para o aumento da vida pós-colheita, da goiaba bem como para uma melhor compreensão das respostas fisiológicas ao etileno (Blankenship, 2003).

O 1-MCP combina-se com o receptor do etileno e age como uma chave que encaixa na fechadura, porém não é capaz de girar a fechadura e abrir a porta. Por impedir o giro da fechadura, o 1-MCP atua com um inibidor do etileno (Blankenship, 2001).

Em tomates, o 1-MCP evitou o aumento de mRNAs que codificam a expressão das enzimas ACC-sintase, ACC-oxidase e do receptor do etileno que regula a produção autocatalítica desse fitohormônio (Nakatsuka et al., 1997). Fan et al. (2000) observaram a ação do 1- MCP em damascos em estádios diferentes de maturação e relataram que o 1- MCP foi capaz de retardar o amadurecimento em todos os estágios. Os autores observaram, ainda, que quanto maior o grau de maturação, menor o efeito desse produto sobre a firmeza dos frutos.

A concentração e o tempo de exposição dos frutos são fatores limitantes para uma boa resposta ao 1-MCP. Quanto maior o tempo de exposição ao produto, menor será a concentração para se conseguir o efeito pretendido. Em Bananas tratadas com 100 nl.L^{-1} de 1-MCP durante 12 h apresentaram o mesmo

efeito que quando tratadas com 1000 nL.L^{-1} de 1-MCP durante 3h (Jiang et al., 1999).

Serek et al. (1995b) relatam que o 1-MCP tem sido utilizado com sucesso na conservação de flores, hortaliças e frutos, com aumento da vida útil desses produtos e manutenção de uma boa qualidade dos mesmos. Rupasinghe et al. (2000) reportam que a concentração de 1-MCP requerida para bloquear a ação do etileno varia de acordo a espécie/cultivar, o estágio de maturação e a temperatura.

O estudo do 1-MCP é de importante potencialidade tanto para o esclarecimento da ação do etileno nos processos de pós-colheita como para a possibilidade da maximização de sua utilidade ser aplicada em benefício da comercialização de produtos agrícolas e de uma oferta de produtos de melhor qualidade ao consumidor (Blankenship, 2003).

Basseto (2002), em estudo realizado com goiabas da cultivar Pedro Sato, relata pouco efeito do 1-MCP na conservação dessas frutas armazenadas a 10°C , apesar do pequeno efeito na manutenção da firmeza e redução da incidência de podridão. A autora reporta, ainda, que o 1-MCP não foi eficiente em retardar o amadurecimento dessas goiabas armazenadas a 10° e nas concentrações de 0, 60, 120 e 240 nL.L^{-1} de 1-MCP durante 3, 6 e 12h, em ambiente refrigerado.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Material

Os frutos da goiaba *cv. Pedro Sato* foram colhidos no município de Lavras, Minas Gerais, situado a 21°14' S de latitude, 45° 00'' W de longitude e altura média de 918 metros.

Foram colhidos frutos maduros, com casca verde (de vez), mas com características organolépticas apropriadas para o consumo.

Os frutos foram colhidos no período da manhã, de forma manual, utilizando-se tesouras apropriadas, e foram selecionados 108 frutos em função do tamanho, cor, ausência de injúrias mecânicas e fisiológicas. A seguir os frutos foram acondicionados em caixas de polietileno e transportados para o laboratório de Bioquímica do Departamento de Química da Universidade Federal de Lavras – MG.

3.2 Delineamento experimental

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) em um esquema fatorial (3x4)x3, sendo três tratamentos (Controle, Cálcio e 1-MCP) e quatro dias de análises, correspondentes aos tempos 0, 2, 4 e 6 dias de armazenamento dos frutos à temperatura ambiente. A parcela foi composta de três frutos, com três repetições para cada tratamento.

3.3 Tratamento e preparo da amostra

Os frutos colhidos e selecionados, foram lavados em água corrente e separados em três grupos de 36 frutos para a composição dos tratamentos. Todos

os frutos escolhidos para compor os tratamentos foram imersos em solução de hipoclorito de sódio a 1% a 20°C por cinco minutos para desinfecção. No primeiro grupo, denominado (1) – Controle, os frutos não sofreram nenhum tratamento. No segundo grupo, denominado (2) – CaCl₂, os frutos foram imersos em solução de cloreto de cálcio (CaCl₂) a 2% por 5 minutos. Os frutos do terceiro grupo, rotulado de (3) – 1-MCP, foram submetidos à aplicação de 150 nL.L⁻¹ de 1- metilciclopropeno (1-MCP) durante 12h, em uma geladeira de 0,30 m³ desligada (temperatura ambiente). Depois de submetidos aos tratamentos (1), (2) e (3), todos os frutos foram numerados e colocados separadamente, de acordo com cada tratamento, numa estante no laboratório e mantidos por um período de seis dias, a uma temperatura média de 20°C ± 3 e umidade relativa do ar de 84% ± 6.

Para realização das análises laboratoriais, todos os frutos foram picados, o seu endocarpo “miolo” foi removido e, em seguida, estes foram homogeneizados em liquidificador. As análises foram realizadas no dia da colheita (tempo zero) e o restante do material foi congelado em sacos de polietileno e armazenado em freezer para ser, posteriormente, analisado nos tempos correspondentes a 2, 4 e 6 dias.

3.4 Análises físicas, físico-químicas e químicas

As análises de todos os 3 tratamentos só foram realizadas após 12 horas da colheita.

3.4.1 Firmeza

Foi medida utilizando-se penetrômetro MC cormich, modelo FT 327, com ponteira de 8 mm de diâmetro. As leituras foram expressas em Newtons, pela multiplicação dos resultados obtidos em Lbf pelo fator 4,4482.

3.4.2 Perda de massa

Medida através da comparação da massa inicial dos frutos com aquela obtida a cada dia de análise. Os resultados foram expressos em porcentagem.

3.4.3 Acidez total titulável

A acidez total titulável (ATT) foi determinada por titulação do filtrado com uma solução padronizada de NaOH 0,1 N, segundo técnica do Instituto Adolfo Lutz (1985) e expresso em mg de equivalente de ácido cítrico por 100g de polpa.

3.4.4 pH

Foi medido utilizando-se peagâmetro (pH – Meter e 512 – Metrohm Herisau), segundo técnica da AOAC (1992).

3.4.5 Sólidos solúveis totais

O teor de sólidos solúveis totais (SST) foi determinado no filtrado por leitura em refratômetro digital da marca Atago, modelo PR-100 Pallette, com ajuste automático de temperatura, e expresso em Brix (° Brix), segundo metodologia da AOAC (1992).

3.4.6 Açúcares totais, redutores e não-redutores

Os açúcares totais e redutores foram extraídos pelo método de Lane-Enyon, citado pela AOAC (1992), e dosados pelo método descrito por Noelting & Bernfeld (1948). A sacarose foi determinada pela diferença entre açúcares totais e redutores, multiplicada pelo fator 0,95 (fator de conversão do açúcar invertido em sacarose). Os resultados foram expressos em porcentagem.

3.4.7 Vitamina C

A determinação de vitamina C foi feita colorimetricamente por reação com o 2,4-dinitrofenilhidrazina, segundo Strohecker & Henning (1967). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico . 100g⁻¹ de polpa.

3.4.8 Pectina total e solúvel

A extração foi feita seguindo a técnica adaptada por McCread & McCoomb (1952) e determinada colorimetricamente por meio da reação com carbazol, segundo a técnica de Bitter & Muir (1962). Os resultados foram expressos em mg de ácido galacturônico por .100 g⁻¹ de polpa.

3.4.9 Atividade da pectinametilsterase e poligalacturonase

A técnica descrita por Jen & Robinson (1984) foi utilizada para a determinação da atividade da pectinametilsterase (PME). A unidade de atividade foi considerada como sendo a quantidade de enzima capaz de catalisar a desmetilação de pectina, correspondente a um nanomol de NaOH por minuto por grama, nas condições do ensaio. Os resultados foram expressos em nmol.g⁻¹. min⁻¹.



A atividade da poligalacturonase (PG) foi determinada segundo o método utilizado por Pressey et. (1973). Os grupos redutores liberados foram determinados através da técnica do DNS. A unidade de atividade da poligalacturonase foi considerada como sendo a quantidade de enzima capaz de catalisar a formação de um nanomol de grupos redutores por minuto por grama, nas condições do ensaio. Os resultados foram expressos em $\text{nmol.g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos das ANAVAS dos parâmetros estudados encontram-se no Anexo.

4.1 Perda de massa

Os resultados da análise da perda de massa estão indicados na Tabela 1.

TABELA 1. Valores médios percentuais de perda de massa das goiabas cv. Pedro Sato submetidas aos tratamentos com cloreto de cálcio e 1-MCP e armazenadas sob condições ambientais.

DIAS DE ARMAZENAMENTO				
Tratamentos	2	4	6	Total
Controle	2,80Ac	7,83Ab	11,20Aa	7,27A
Cálcio	3,17Ac	6,40Bb	10,43ABa	6,67B
1-MCP	2,37Ac	5,93Bb	9,60Ba	5,97C
Total	2,78c	6,72b	10,41a	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey em $p < 0,05$.

No final do período de armazenamento, a perda de massa foi maior no tratamento controle 7,27% e menor nos frutos tratados com 1-MCP. Considerando que houve perda de massa significativa em todos os tratamentos ao longo do tempo, pode-se afirmar que o tratamento com o 1-MCP foi mais eficiente em reduzir a perda de massa que o tratamento com cloreto de cálcio, e que este foi mais eficaz na redução da perda de massa que no tratamento

controle. Dalal et al.(1971) relataram que os valores aceitáveis de perda de massa fresca para diferentes cultivares encontram-se entre 10,0 e 15,0%. Todos os tratamentos desse trabalho encontram-se dentro da faixa aceitável.

Giorgatti Neto et al. (1996) relatam que a imersão de goiabas em solução de cálcio a 1g /100 ml, no período de trinta minutos, duplica o tempo de conservação do fruto, havendo menos perda de massa mesmo em temperatura ambiente, o que condiz com as porcentagens verificadas neste estudo quando relacionados controle e tratamento com cálcio.

Quando se observa a Tabela 1, verifica-se que os valores de perda de massa nos frutos do controle foram mais acentuados que nos tratados com cálcio e com o 1-MCP até o sexto dia de armazenamento em condições ambiente. Esta observação está condizente com Sing et al. (1981), que verificaram redução da taxa respiratória de goiabas tratadas com nitrato de cálcio, mantendo a qualidade da fruta a 24°C e 85% de umidade relativa, durante seis dias. Também está de acordo com relato de Serek et al. (1995 b) de que o 1-MCP tem sido utilizado com sucesso na conservação de flores, hortaliças e frutos, para as quais se verificou aumento da vida útil desses produtos e manutenção de uma boa qualidade dos mesmos.

Poovaiah (1986) relata que a menor perda de massa nos frutos tratados com cálcio deve-se à incorporação deste mineral à estrutura da parede celular, reduzindo, assim, a permeabilidade da mesma ao vapor de água devido à formação de pectato de cálcio. Em relação aos frutos tratados com 1-MCP, estudos recentes indicam que este produto pode suprimir a produção de etileno e, com isso, retardar o amadurecimento de muitos frutos, como a goiaba (Kluge et al., 2000).

Nas goiabas armazenadas em temperatura ambiente a perda de massa varia de acordo com as situações experimentais usadas por cada pesquisador.

Gaspar (1997) e Carvalho (1999) relataram perdas de massa de 12,09% em goiabas “Kumagai” armazenadas durante dez dias em temperatura ambiente.

4.2 Acidez total titulável (ATT) e pH

A análise de variância (Tabela 1A, Anexo) mostra os efeitos significativos do período e da interação dos tratamentos (cálcio e 1-MCP) x período de armazenamento sobre o teor de acidez total titulável e somente do período sobre os valores de pH.

No tempo zero (12 h após o início da aplicação dos tratamentos), a baixa acidez total titulável nos frutos controle pode ser devida ao maior consumo de ácidos orgânicos para produção de energia nesses frutos. Sendo assim, pode-se afirmar que nas 12 primeiras horas os frutos tratados com cálcio mostraram metabolismo menos intenso que os frutos tratados com 1-MCP (Figura 1).

Após o tempo zero nos frutos tratados com 1-MCP, a ATT caiu ligeiramente, atingindo valores inferiores aos do controle; porém, a partir do segundo dia começou a subir até atingir o mesmo valor do controle no quarto dia; então os dois valores apresentaram comportamento semelhantes, sendo que, os frutos com 1-MCP mostraram teores levemente superiores em relação ao tratamento controle e em ambos os casos houve uma ligeira queda até alcançar o tempo seis. Esses resultados sugerem que nos frutos tratados com 1-MCP o processo de senescência foi retardado até o quarto dia de armazenamento (Figura 1).

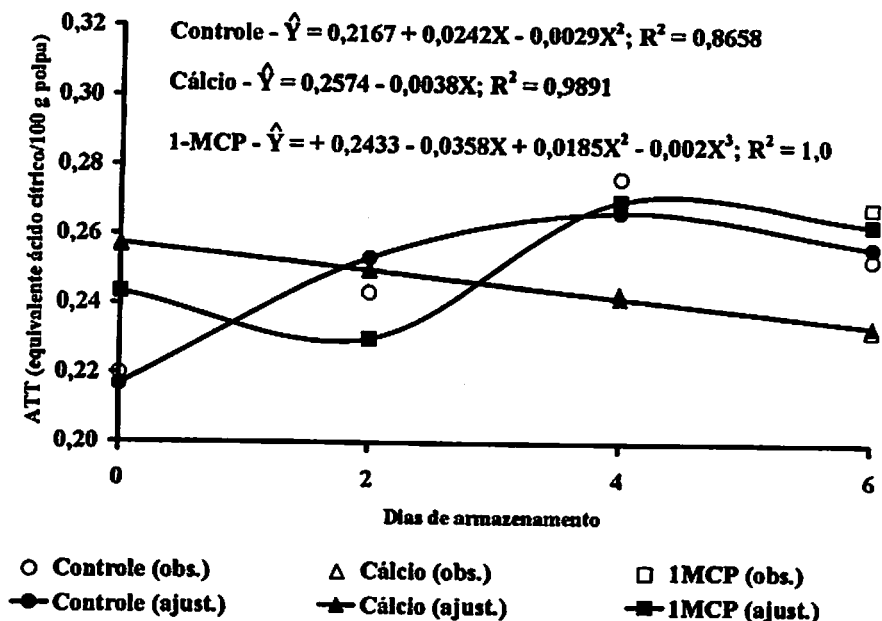


FIGURA 1. Curva e equação de Regressão representativas dos valores de acidez total titulável de goiabas cv. Pedro Sato submetidas a tratamento com cloreto de cálcio e 1-MCP e armazenadas sob condições ambiente.

Os frutos tratados com cálcio apresentaram uma queda linear de acidez durante os seis dias de armazenamento, o que indica uma redução da atividade metabólica desses frutos (Fig.1). Nos frutos do controle, observa-se um aumento da acidez até o quarto dia do armazenamento, quando estabiliza ligeiramente, e logo após começa cair levemente até o sexto dia da armazenagem. Como se pode observar na Figura 1, as variações nos teores de acidez nesses frutos são compatíveis com maior intensidade metabólica e nos processos de amadurecimento e senescência em relação aos tratamentos com cálcio e com 1-MCP.

Os teores de acidez total titulável verificados nos frutos controle variaram de 0,22 a 0,27 equivalentes de ácido cítrico por 100g de polpa e foram inferiores aos observados por Xisto (2002), o qual utilizou também a goiaba cv. Pedro Sato sob condições ambiente. Em relação aos teores de acidez observados nos frutos tratados com cálcio, que decresceram linearmente no período do armazenamento, os resultados deste trabalho diferem dos observados por Giannoni (2000), que relata acréscimo nos níveis de acidez total titulável durante o armazenamento refrigerado de goiabas “Kumagai”.

Já com os valores de pH, observamos que apesar de não haver diferenças significativas entre os tratamentos, houve um decréscimo até o quarto dia do armazenamento e posterior aumento até o sexto dia, nos três tratamentos (Fig.2). As variações constatadas foram de 4,4, decrescendo a 4,1 e depois subindo para 4,2, diferindo dos relatos de Giannoni (2000) e Carvalho (1999), que encontraram valores entre 2,76 e 2,98 e 3,74 e 3,88, respectivamente, para a cultivar Kumagai durante armazenamento refrigerado. Xisto (2002) encontrou níveis entre 3,66 e 3,74 na cultivar Pedro Sato armazenada em condições ambiente.

A pequena variação do pH pode ser devida ao efeito tamponante, em função da presença simultânea de ácidos orgânicos e de seus sais, o que faz com que o aumento de acidez total titulável não modifique consideravelmente os valores do pH (Lehninger, 1990).

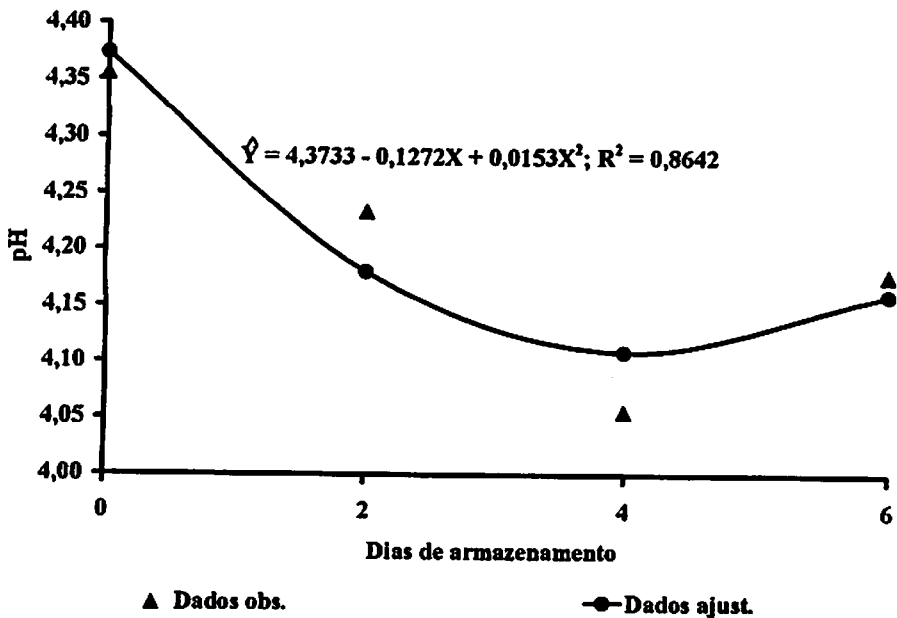


FIGURA 2. Curva e equação de regressão representativas de pH de goiabas cv. Pedro Sato submetidas a tratamento com cloreto de cálcio e 1-MCP e armazenadas em condições ambiente.

4.3 Sólidos solúveis totais

Na análise de variância (Tabela 1A, Anexo) observa-se que cálcio e 1-MCP tiveram efeito significativos sobre os teores de sólidos solúveis totais. No decorrer do armazenamento em condições ambientais, os teores de sólidos solúveis totais dos frutos controle aumentaram mais que os dos frutos tratados com 1-MCP e cloreto de cálcio.

Inicialmente, 12 h antes do tempo zero, as diferenças nos teores de sólidos solúveis totais sugere que nos frutos controle o metabolismo foi mais intenso do que nos frutos tratados com 1-MCP, sendo que os frutos tratados com

cálcio foram mais eficientes em retardar o metabolismo nesse intervalo de tempo.

Os frutos do tratamento com cloreto de cálcio, a partir do segundo dia do experimento, apresentaram teores de sólidos solúveis totais inferiores aos dos frutos do controle e dos tratados com 1-MCP; entretanto, a partir do 4º dia, os SST começaram a subir. Esses resultados sugerem que a utilização do cálcio foi mais efetiva no retardamento do metabolismo do fruto que os tratamentos controle e 1-MCP (Fig. 3).

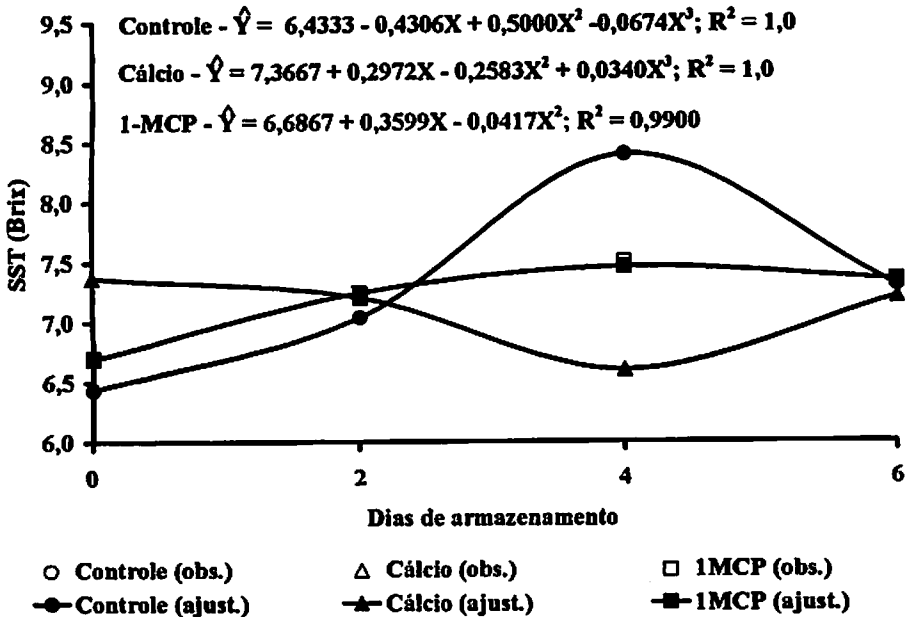


FIGURA 3. Curva e equação de regressão representativas dos teores de sólidos solúveis totais de goiabas cv. Pedro Sato submetidas a tratamentos com cloreto de cálcio e 1-MCP e armazenadas sob condições ambientais.

No tratamento com 1-MCP as análises mostraram que os níveis de sólidos solúveis totais foram ligeiramente inferiores aos dos frutos controle, porém mais elevados que os frutos tratados com cloreto de cálcio; entretanto, como se pode observar na Tabela 1, os frutos com 1-MCP foram os que menos perderam água. Com base nestes fatos pode-se inferir que frutos tratados com 1-MCP, bem como frutos tratados com cloreto de cálcio, apresentaram tendência a menor desenvolvimento do processo de amadurecimento que os frutos controle.

Observou-se nos frutos controle um acréscimo no teor de sólidos solúveis totais até o quarto dia do armazenamento e, posteriormente, um decréscimo até o sexto dia. Esta tendência pode ter sido devido à senescência e à perda de água (Tabela 1). No tratamento com 1-MCP, verificou-se um ligeiro aumento nos teores de sólidos solúveis totais, indicando aumento na hidrólise do amido. Em relação ao tratamento com cálcio, os teores de sólidos solúveis totais decresceram até o quarto dia do experimento, quando então começaram a aumentar (Fig.5). Esse comportamento é relativamente semelhante ao relatado por Xisto (2002) para goiabas “Pedro Sato” armazenadas à temperatura ambiente.

Os teores de sólidos solúveis totais variaram entre 6,3 e 8,4 °Brix, sendo esse comportamento semelhante ao que foi relatado por Xisto (2002), de 7,2 a 8,37 °Brix, obtido no estudo sobre conservação de goiabas cv. Pedro Sato com aplicação de cloreto de cálcio em condições ambiente. As diferenças observadas podem ser compatíveis, visto que os teores de sólidos solúveis totais variam em função de diversos parâmetros, tais como características do solo, condições climáticas e época de colheita, dentre outros.

4.4 Vitamina C

A análise de variância dos teores de vitamina C mostrou efeitos significativos para os tratamentos, para o período e para a interação tratamentos x período (Tabela 3A, Anexo).

A Figura 4 mostra que nas 12 horas entre o início dos tratamentos e o tempo zero, os três tratamentos não interferiram de modo intenso na síntese de vitamina C.

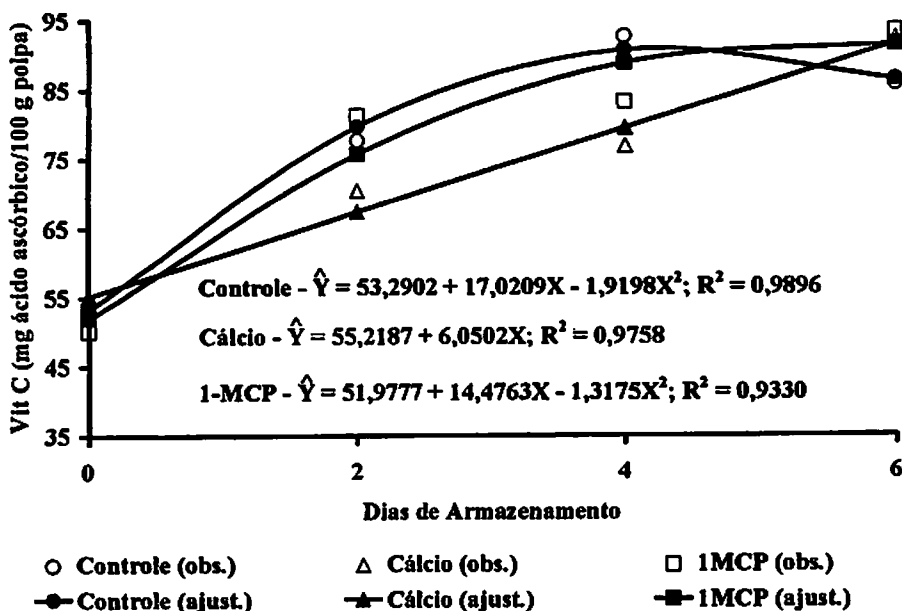


FIGURA 4. Curva e equação de regressão representativas dos teores de vitamina C de goiabas cv. Pedro Sato submetidas a tratamentos com cloreto de cálcio e com 1-MCP e armazenadas sob condições ambientais.

Houve aumento nos teores de vitamina C durante o período de armazenamento, sendo que os frutos controle apresentaram teores de vitamina C mais elevados que os frutos tratados com 1-MCP e os com cloreto de cálcio (Figura 4). Nos frutos do tratamento com 1-MCP, os níveis de vitamina C foram mais elevados que nos frutos do tratamento com cálcio (Figura 4). Esse resultado deve ser devido à maior conversão dos açúcares totais em vitamina C nos frutos tratados com 1-MCP em relação aos frutos com cálcio.

Poovaiah (1986) também encontrou aumento nos teores de vitamina C em frutos tratados com cálcio. Esses resultados sugerem que parte dos açúcares dos frutos de todos os tratamentos foram convertidos em vitamina C. O fato de os frutos tratados com 1-MCP e o tratamento com cloreto de cálcio terem apresentado teores de vitamina C inferiores aos do controle indica que, provavelmente, o cálcio e o 1-MCP interferiram na síntese dessa vitamina. Entretanto, se observarmos na Figura 4, o tratamento controle teve queda de vitamina C a partir do 4º dia, possivelmente devido ao processo de senescência, enquanto nos outros tratamentos este teor continuou a aumentar até o final do armazenamento.

Os valores de vitamina C encontrados neste estudo variaram entre 50,39 e 94,13 mg de ácido ascórbico por 100g de polpa. Esses níveis estão dentro dos limites encontrados por Oliveira (1996), que foram de 46,97 a 133,57 mg de ácido ascórbico por 100g de polpa em goiabas “Kumagai” tratadas com cálcio. Carvalho (1999) também observou acréscimo em vitamina C em goiabas “Kumagai” armazenadas sob refrigeração. Gupta et al. (1979) sugerem que no decorrer do armazenamento pode ocorrer uma maior síntese glucose-6-fosfato, precursor imediato da síntese de ácido ascórbico.

4.5 Açúcares totais

Tendo em vista a análise de variância (Tabela 1A, Anexo), a qual mostra que os tratamentos e a interação tratamento x período de armazenamento foram significativos, verifica-se que os níveis de açúcares totais estão intimamente relacionados com as condições de armazenamento.

Do início da aplicação dos tratamentos até o tempo zero (Período de 12 horas), nos frutos tratados com cálcio o metabolismo de açúcares totais foi mais intenso que nos frutos controle e com 1-MCP. Nesse período, houve acúmulo de açúcares totais nos frutos do controle e nos frutos com 1-MCP. Estes dados indicam intensa hidrólise de polissacarídeos e baixo metabolismo de açúcares totais nesses tratamentos.

Após o tempo zero nos frutos tratados com cloreto de cálcio, os teores de açúcares totais aumentaram ligeiramente de modo linear. Essa tendência pode ser devida à rápida degradação de polissacarídeos, seguida da conversão de açúcares em ácidos orgânicos e/ ou à síntese de vitamina C a partir desses açúcares (Fig.4). Nos frutos do controle, o decréscimo acentuado no teor de açúcar total até o segundo dia do armazenamento pode ser consequência da conversão de parte desses açúcares em vitamina C (Fig.4).

Os frutos tratados com 1-MCP mostraram, antes de atingir os dois primeiros dias do armazenamento, teores de açúcares totais superiores aos dos frutos do controle; no entanto, nos dois últimos dias os teores de açúcares totais dos frutos controle situaram-se acima dos níveis registrados para os frutos do tratamento com 1-MCP até próximo ao término do armazenamento, quando então o teor desses açúcares nos frutos com 1-MCP superou o nível dos frutos controle (Figura 5). Esses resultados podem ser justificados considerando que açúcares foram utilizados pelo metabolismo dos frutos dos três tratamentos, para a síntese de vitamina C, de acordo com Poovaiah (1986).

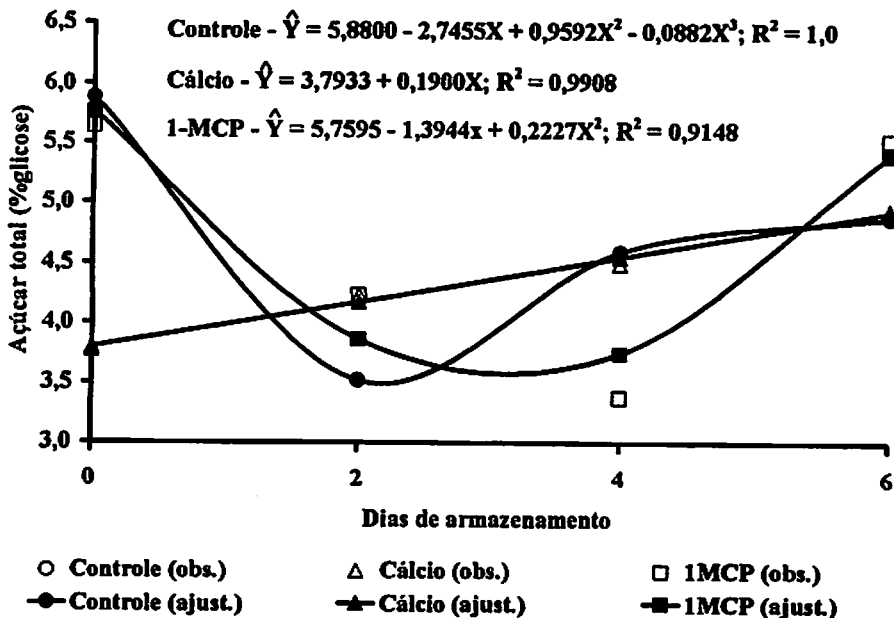


FIGURA 5. Curva e equação de regressão representativas dos valores de açúcares totais de goiabas cv. Pedro Sato submetidas a tratamentos com cloreto de cálcio e 1-MCP e armazenadas sob condições ambientais.

O modo como decresceu o teor dos açúcares totais nos frutos do tratamento com 1-MCP sugere também que, como foi proposto para os frutos tratados com cálcio, uma parte desses açúcares deve ter sido convertida em ácidos orgânicos, e outra parte foi utilizada na síntese de vitamina C (Fig.4).

Observa-se, na Figura 5, que os frutos tratados com 1-MCP apresentaram menores aumentos de açúcares totais devido, provavelmente, à maior conversão dos açúcares totais desse tratamento em ácidos orgânicos (Fig.1). Os valores de açúcares totais encontrados neste trabalho oscilaram entre 3,5 a 5,5%, estando dentro dos limites verificados por Chitarra (1996) e Xisto

(2000), que relataram variações de 4,00 a 9,00% e 3,32 a 6,14%, respectivamente.

4.6 Açúcares redutores

Com base nos dados apresentados pela análise de variância (Tabela 1A, Anexo), os tratamentos e a interação foram significativos.

Nas 12 primeiras horas do início do experimento até o tempo zero, observou-se que o teor de açúcar redutor no tratamento com cálcio esteve bem baixo em relação aos teores de açúcares redutores do controle e do tratamento com 1-MCP. Isso indica que o metabolismo nos frutos com cálcio foi mais intenso que nos frutos dos tratamentos controle e 1-MCP. Com relação aos frutos do controle e aos frutos tratados com 1-MCP, os açúcares redutores sofreram transformações bioquímicas semelhantes nesse intervalo de tempo (Fig.6).

Na figura 6 pode-se observar que após o tempo zero os frutos do controle apresentaram decréscimo nos teores de açúcares redutores semelhantes aos dos frutos tratados com 1-MCP até o segundo dia do armazenamento; depois deste período, os teores de açúcares redutores nos frutos controle aumentaram e se mantiveram superiores aos dos frutos submetidos ao tratamento com 1-MCP até o final do experimento. Deve-se notar que, nos frutos tratados com 1-MCP, os teores desses açúcares decresceram até o quarto dia, quando, a partir de então, aumentaram até o término da armazenagem. Nos frutos dos tratamentos controle e 1-MCP, os teores de açúcares redutores estiveram entre 2,4 e 5,6%, portanto de acordo com Xisto (2000) e Esteves & Carvalho (1982), que encontraram os valores de 2,60 a 4,54 e 0,93 e 5,50%, respectivamente. Nos frutos tratados com cloreto de cálcio, verificou-se acréscimo até o segundo dia do armazenamento, declínio posterior até o quarto dia e novamente acréscimo (Tabela 2).

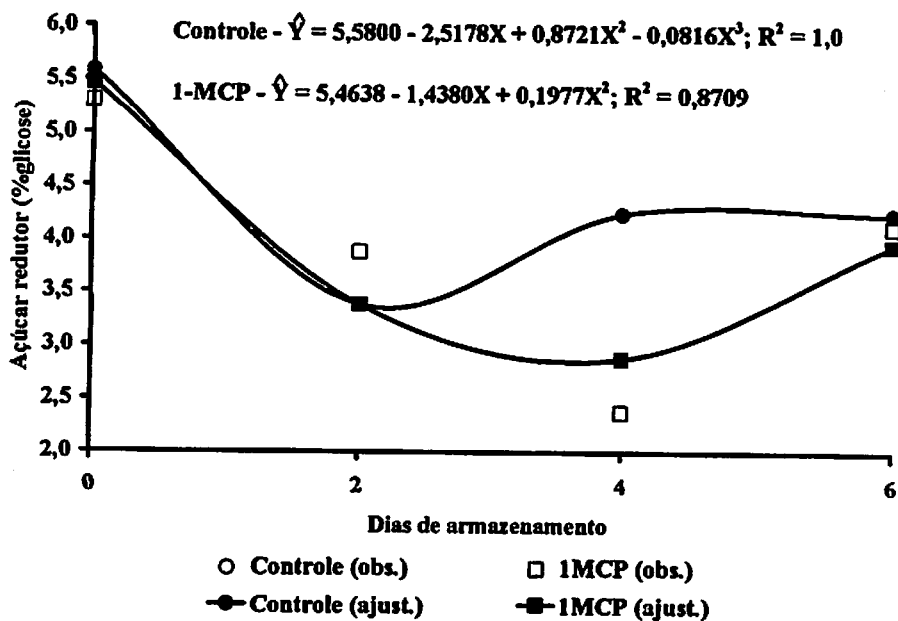


FIGURA 6. Curva e equação de regressão representativas dos valores de açúcares redutores (% glicose) de goiabas da cultivar Pedro Sato submetidas aos tratamento com 1-MCP, armazenadas à temperatura ambiente.

TABELA 2. Valores de açúcares redutores (% de glicose) de frutos tratados com cloreto de cálcio.

DIAS DE ARMAZENAMENTO				
Tratamento	0	2	4	6
CaCl ₂	3,74	4,00	3,88	4,18

Os resultados encontrados neste estudo, com relação aos frutos do controle e os frutos tratados com 1-MCP, sugerem que parte dos açúcares redutores desses tratamentos foram metabolizados no sentido da síntese de vitamina C, como foi visto na figura 4. Nos frutos tratados com cloreto de cálcio, os teores de açúcares redutores (%) variaram entre 3,74 e 4,18 e encontram-se na faixa citada por Xisto (2002), Esteves & Carvalho (1982) e por Giannoni (2000), de 2,60 a 4,54; 0,93 a 5,50 e 4,17 a 5,07, respectivamente. Cheftel & Cheftel (1992) relatam que a inversão da sacarose produz um leve aumento do sabor doce, bem como um aumento de solubilidade do açúcar. Decréscimos dos teores de açúcares redutores podem ser devidos à senescência do fruto, que leva à perda de qualidade sensorial.

4.7 Açúcares não-redutores (Sacarose)

A análise de variância (Tabela 1A, Anexo) revelou efeito significativo de todos os tratamentos e da interação dos tratamentos x tempo em relação ao teor de açúcar não-redutor.

Do início dos tratamentos até o tempo zero, intervalo de 12 horas, verificou-se que em função do metabolismo mais intenso de açúcares nos frutos com cálcio, o teor de sacarose nesse tratamento foi menor que nos tratamentos controle e com o 1-MCP. Os teores de açúcares não redutores nos frutos controle e no tratamento com 1-MCP foram semelhantes entre si, porém superiores aos encontrados nos frutos tratados com cálcio, o que pode ser devido ao fato de, nos tratamentos controle e com 1-MCP, as transformações bioquímicas de açúcares totais e açúcares redutores terem sido menos intensas que nos frutos com cálcio nesse intervalo (Fig.7).

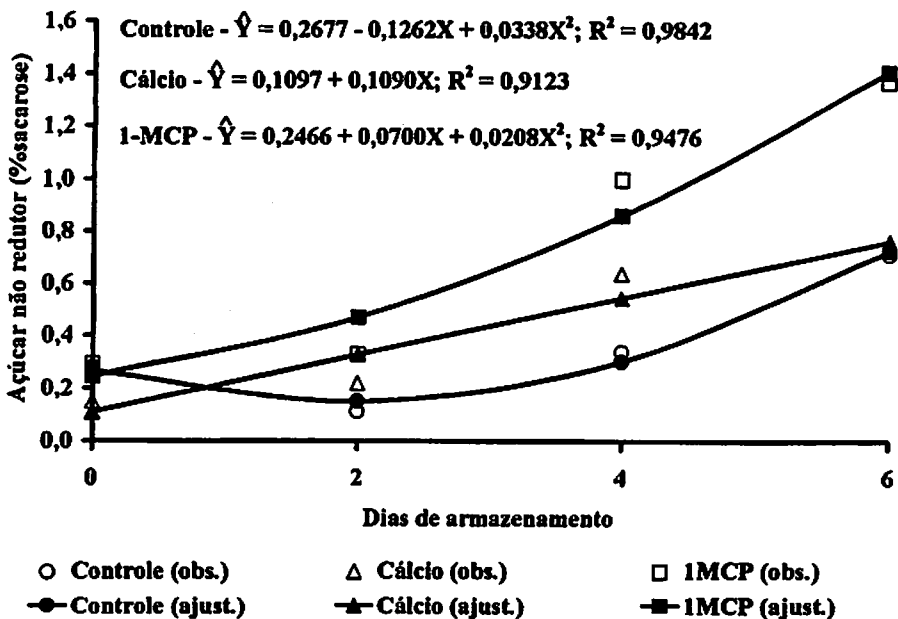


FIGURA 7. Curva e equação de regressão representativas dos valores de açúcares não-redutores de goiabas cv Pedro Sato submetidas a tratamentos com cloreto de cálcio e 1-MCP e armazenadas sob condições ambientais.

A variação nos teores de açúcares não-redutores observadas estiveram entre 0,15 e 1,60%, estando dentro dos limites citados por Esteves & Carvalho (1982), Singh & Chauhan (1982) e Singh et al. (1984), que encontraram teores de açúcares não-redutores para diferentes cultivares, variando de 0,5 a 1,83%.

Na Figura 7, nota-se que os teores de açúcares não-redutores aumentaram durante o período de armazenamento para todos os tratamentos. Após o primeiro dia do armazenamento, os frutos do controle apresentaram menores teores de sacarose que os frutos tratados com cloreto de cálcio e 1-MCP. Esse fato pode ser interpretado sugerindo-se que, nos frutos do controle, maior taxa de sacarose foi convertida em vitamina C que nos tratamentos com

cloreto de cálcio e com o 1-MCP. Nos frutos tratados com cloreto de cálcio, verificou-se que os teores de sacarose foram ligeiramente inferiores aos dos frutos tratados com 1-MCP, indicando que a hidrólise de sacarose foi mais rápida nos frutos do tratamento com cálcio em relação aos frutos do tratamento com 1-MCP, ou seja, mesmo com o aumento nos teores de açúcares não redutores, estes foram metabolizados mais rapidamente nos frutos com cálcio que nos frutos tratados com 1-MCP (Figura 7).

4.8 Pectina total, pectina solúvel e porcentagem de solubilização

A análise estatística indicou efeito significativo dos tratamentos, do período de armazenamento e da interação desses fatores sobre os valores de pectina total, pectina solúvel e porcentagem de solubilização de pectina (Tabela 2A, Anexo).

No tempo zero, 12 horas após o começo do experimento, os teores de pectina total dos frutos com cálcio e com 1-MCP mostram-se inferiores aos dos frutos controle (Fig.8). Esses dados estão de acordo com estudo realizado por Xisto (2002), que mostrou moderada redução do teor de pectina total durante o armazenamento de goiabas “Pedro Sato” tratadas com cálcio em condições ambientais.

Os teores de pectina total nos tratamentos com 1-MCP aumentaram no início do armazenamento; posteriormente decresceram a partir do segundo dia do armazenamento e houve elevação após o quarto dia do experimento. Nos frutos tratados com cálcio, os teores de pectina total aumentaram a partir do segundo dia até o sexto dia do armazenamento. Nos frutos controle, os valores de pectina total tenderam a diminuir logo após o segundo dia de armazenamento (Figura 8). De acordo com Chyau et al. (1992) e El-Buluk et al. (1997), o teor de

pectina total pode permanecer inalterado, diminuir ou aumentar durante o amadurecimento.

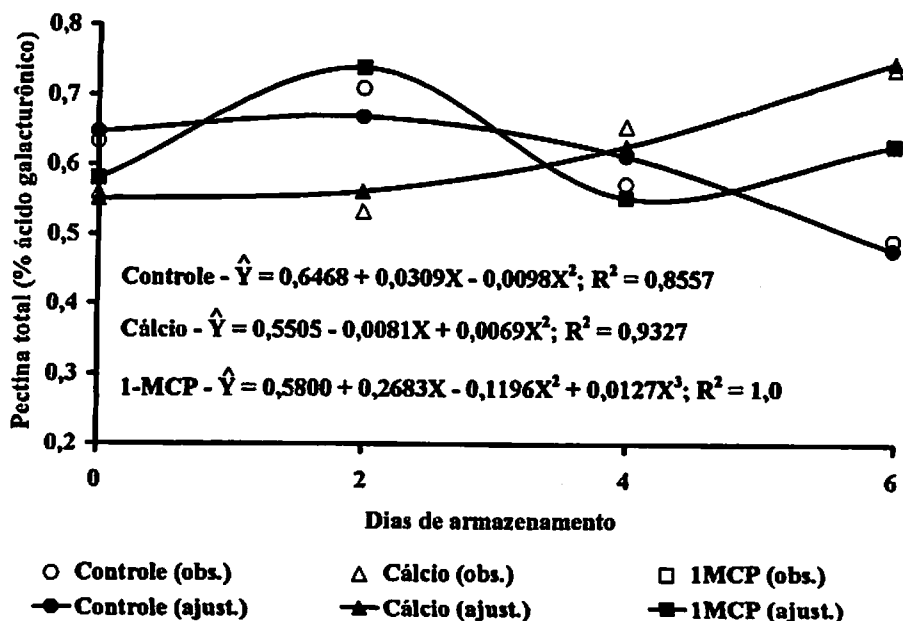
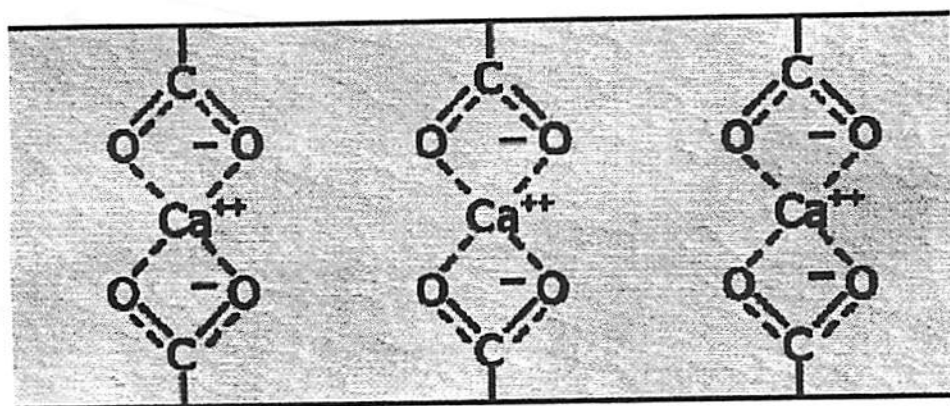


FIGURA 8. Curva e equação de regressão representativas dos teores de pectina total de goiabas cv. Pedro Sato submetidas a tratamentos com 1-MCP e com cloreto de cálcio e armazenadas sob condições ambientais.

Na Figura 8, verifica-se que os frutos tratados com 1-MCP apresentaram maiores teores de pectina total em relação aos frutos do controle até o terceiro dia do armazenamento, quando então, a partir desse período, esses teores foram menores até o quinto dia de armazenamento, e logo após se mantiveram mais elevados até o final do experimento. Considerando os frutos tratados com cálcio, os teores de pectina total foram menores em comparação com os frutos do

controle até próximo ao quarto dia de armazenamento, quando então foram maiores. Nos frutos tratados com 1-MCP, os valores de pectina total se mostraram mais elevados que nos frutos do tratamento com cálcio até próximo ao terceiro dia de armazenamento; após esse período, os frutos tratados com cálcio apresentaram valores superiores aos dos frutos do tratamento com 1-MCP. Segundo Heppler & Wayne (1985), o cálcio aumenta a insolubilidade do material pécico, em função da formação do pectato de cálcio, através de pontes de cálcio.



Entrecruzamento de moléculas de pectina de baixo grau de esterificação com ions de cálcio (Fennema, 1993).

Os teores de pectina total variaram entre 0,49 e 0,74% de ácido galacturônicos, valores dentro dos limites encontrados por Pal & Selvaraj (1979), de 0,20 a 1,64% de ácido galacturônico; Xisto (2002), que relata níveis entre 0,34 a 0,41% de ácido galacturônico; e Carvalho (1999), que estudando goiabas "Kumagai" armazenadas sob refrigeração, relatou teores 0,99 a 1,24%.

No tempo zero, 12 horas após a aplicação dos tratamentos, verificou-se que o tratamento com 1-MCP retardou o aumento do teor de pectina solúvel em

relação aos tratamentos com cálcio e o controle, indicando que o 1-MCP foi mais eficaz em retardar o processo de senescência que o cálcio (Fig.9). Nesse mesmo período, verificou-se que o tratamento com cálcio não foi efetivo no retardamento do amadurecimento dos frutos.

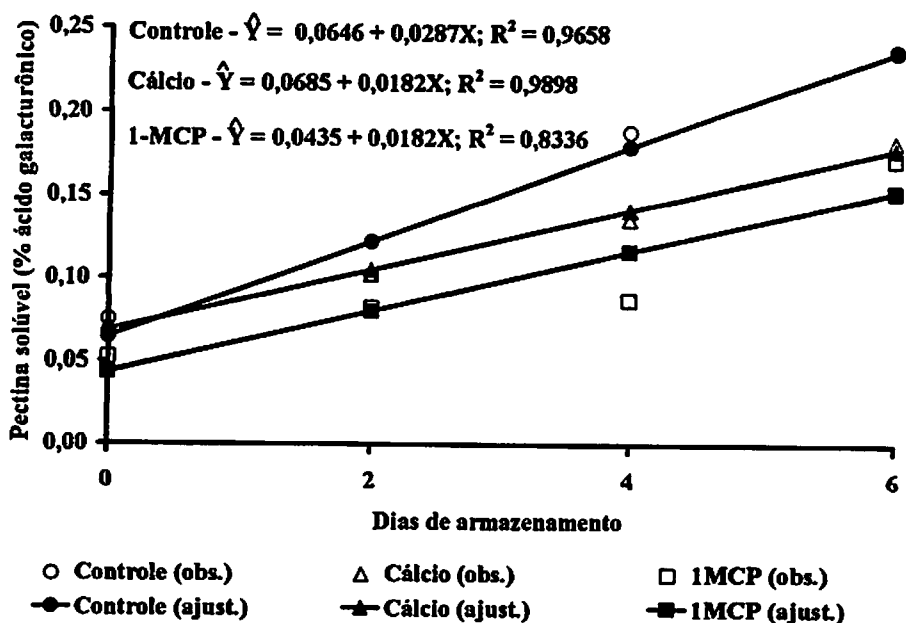


FIGURA 9. Curva e equação de regressão representativas dos teores de pectina solúvel de goiabas cv. Pedro Sato submetidas a tratamento com cloreto de cálcio e com 1-MCP e armazenadas sob condições ambientais.

Todos os tratamentos apresentaram aumento nos teores de pectina solúvel no decorrer do período do armazenamento (Figura 9). Tanto o cálcio quanto o 1-MCP foram eficientes em manter a integridade das membranas celulares, pois apresentaram menores teores de pectina solúvel quando

comparados com o controle. Os valores deste parâmetro apresentados pelos tratamentos controle, cloreto de cálcio e 1-MCP foram 0,07 a 0,24%, 0,07 a 0,16% e 0,05 a 0,19% de ácido galacturônico, respectivamente.

Em relação aos frutos do tratamento com 1-MCP, observou-se aumento menos acentuado que os frutos do tratamento com cálcio. Com base nestes dados, podemos inferir que o cálcio e o 1-MCP retardaram o processo de senescência dos frutos, sendo o 1-MCP mais efetivo que o cálcio nesta ação (Figura 9). Este comportamento é semelhante aos resultados observados por Xisto (2002), Carvalho (1999) e Giannoni (2000), que também relatam aumento nos teores de pectina solúvel de goiabas durante o armazenamento.

Os valores de pectina solúvel constatados estão entre 0,052 a 0,24%. Estes valores estão na faixa dos dados obtidos por Xisto (2002) e Carvalho (1999), que variaram entre 0,09 a 0,39% e 0,07 a 0,25%, respectivamente.

A porcentagem de solubilização da pectina 12 horas após o início dos tratamentos, ou seja, no tempo zero, corrobora o que foi sugerido com relação ao teor de pectina solúvel. O 1-MCP retardou o processo de amadurecimento dos frutos. O tratamento com cálcio não teve efeito nesse processo durante esse período.

O percentual de solubilização da pectina, do mesmo modo como o teor de pectina solúvel, aumentou com o tempo de armazenamento (Figura 10), estando compatível com os resultados obtidos por Carvalho (1999). Os frutos tratados com cálcio apresentaram níveis mais baixos do percentual de solubilização da pectina que os frutos do controle, enquanto os frutos tratados com 1-MCP mantiveram valores inferiores aos dos frutos do tratamento com cálcio, indicando que o cálcio e o 1-MCP contribuíram para diminuir a solubilidade da pectina e o 1-MCP foi mais efetivo que o cálcio. Esses resultados corroboraram o relato de Heppler & Wayne (1985). Os valores da porcentagem de solubilização oscilaram entre 11,19 a 49,93% nos frutos

controle, de 12,45 a 21,35% no tratamento com cloreto de cálcio e entre 9,12 e 30,30% nos frutos tratados com 1-MCP, resultando uma variação total de 9,12 a 49,93%, comportamento similar ao encontrado por Carvalho (1999), que detectou valores de 7,05 a 37,54%.

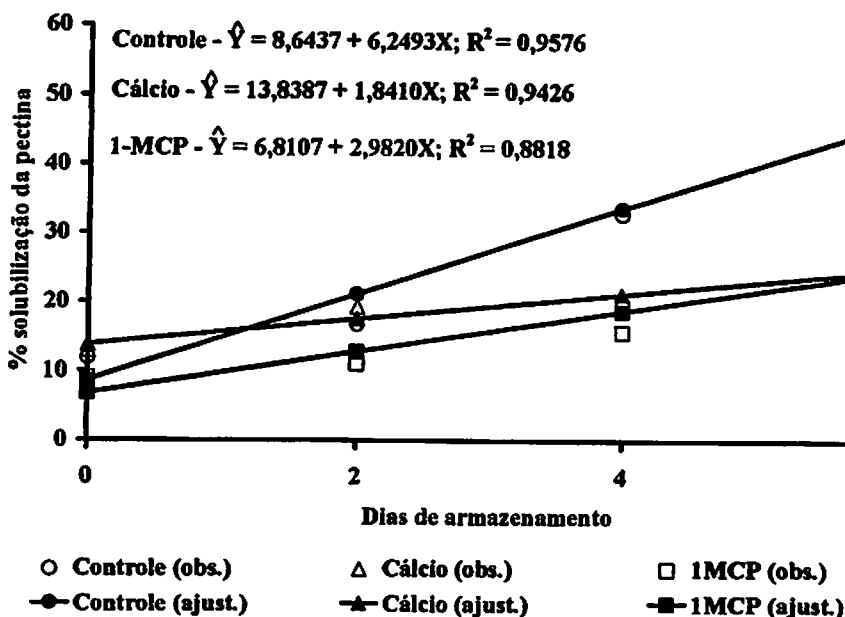


FIGURA 10. Curva e equação de regressão representativas das porcentagens de solubilização da pectina de goiabas cv. Pedro Sato submetidas a tratamentos com cloreto de cálcio e 1-MCP e armazenadas sob condições ambientais.

4.9 Firmeza

Os valores de firmeza da goiaba cv. Pedro Sato durante o período de armazenamento sob condições ambientais estão apresentados na Figura 11. A análise de variância indicou efeito significativo dos tratamentos e do período de armazenamento sobre os valores de textura (Tabela 2A, Anexo).

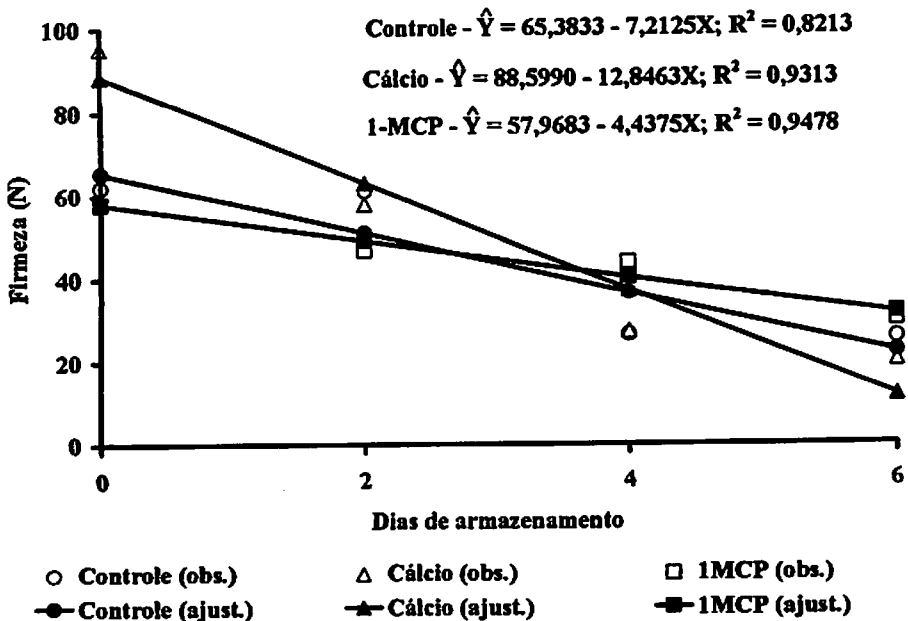


FIGURA 11. Curva e equação de regressão representativas dos valores de textura de goiabas cv. Pedro Sato submetidas a tratamentos com cloreto de cálcio e 1-MCP e armazenadas sob condições ambientais.

Após 12 horas do início dos tratamentos, que corresponde ao tempo zero, verificou-se que o tratamento com cálcio foi mais eficaz na manutenção da firmeza que o tratamento com 1-MCP. Isso pode ser devido à formação de pontes de cálcio entre as moléculas de pectina nos frutos tratados com cálcio. O tratamento com o 1-MCP apresentou valores de firmeza semelhantes ao controle, portanto não foi eficaz nesse intervalo de tempo na preservação da firmeza (Fig.11).

Foi observado que houve declínio na firmeza durante o período de armazenamento dos frutos de todos os tratamentos. Os valores da firmeza oscilaram entre 96,34 a 18,81N, resultado semelhante ao encontrado por

Carvalho (1999), que verificou valores variando de 83,98 a 22,22N. Pela Figura 11, observa-se que os frutos tratados com 1-MCP apresentaram menor declínio na firmeza quando comparados aos outros dois tratamentos. A perda de firmeza entre o primeiro e o sexto dia de armazenamento para os tratamentos controle, cloreto de cálcio e 1-MCP foi de 62, 80 e 52%, respectivamente. Com base nestes resultados, podemos sugerir que após os seis dias de armazenamento em condições ambientais, o 1-MCP foi mais eficaz na preservação da textura dos frutos que o cálcio. Singh *et al.* (1984) observaram que goiabas armazenadas em condições ambientais, no interior de sacos de polietileno, apresentaram textura mais macia que os frutos controle. Poovaiah (1986) relata que embora sabendo-se que vários fatores estão envolvidos, a perda de cálcio pela lameda média é considerada um grande fator que contribui para o declínio da firmeza dos frutos.

4.10 Atividade da pectinametilesterase (PME)

A análise de variância (Tabela 3A, Anexo) mostrou efeito significativo para os tratamentos, para o período de armazenamento e para a interação entre esses fatores sobre a atividade da PME.

O período de 12 horas decorrido entre o começo da aplicação dos tratamentos e o tempo zero mostrou que, nos frutos tratados com 1-MCP, houve retardamento da atividade da PME, enquanto o tratamento com cálcio não deferiu do controle nesse mesmo período. Isso indica que o 1-MCP interferiu na degradação da pectina, fato que se reflete diretamente na firmeza dos frutos (Fig.12).

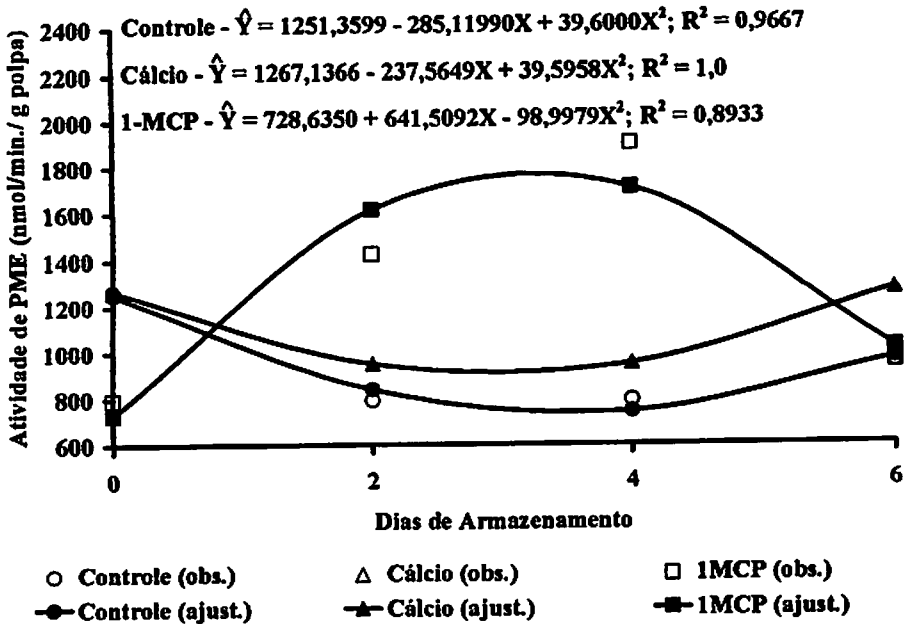


FIGURA 12. Curva e equação de regressão representativas da atividade da PME de goiabas cv. Pedro Sato submetidas a tratamentos com cloreto de cálcio e 1-MCP e armazenadas sob condições ambientais.

A atividade da PME mostrou tendência semelhante nos frutos tratados com cloreto de cálcio e nos frutos controle; ambos apresentaram ligeiro decréscimo da atividade desta enzima e, após o quarto dia de armazenamento, mostraram uma leve tendência de aumento até o final do experimento (Figura 12). Esses dados estão em desacordo com os observados por Xisto (2002), que detectou, em goiabas cv. Pedro Sato, menores atividades da PME nos frutos com cálcio em relação ao controle. Essa autora ainda mostrou que a atividade da PME nesses dois tratamentos aumentou, porém El-Zoghbi (1994) relatou decréscimo na atividade da PME durante o amadurecimento de frutos colhidos em diferentes estádios de maturação.

Os frutos tratados com 1-MCP mostraram aumento na atividade de PME até o quarto dia do experimento, quando então começou a declinar (Figura 12). Aumentos na atividade da PME ao longo do período de desenvolvimento do fruto foi também verificado por Hussain & Shah (1975), com maior valor no começo do amadurecimento e declínio quando os frutos estavam bastante maduros e, Carvalho (1999) também cita acréscimo na atividade desta enzima em goiabas “Kumagai” armazenadas sob refrigeração.

Aumento na atividade da PME resulta em desesterificação da pectina, o que possibilita a ação subsequente da enzima poligalacturonase, resultando em aumento dos teores de pectina solúvel e diminuição da firmeza dos frutos; porém, o fato de a atividade da PME ter diminuído e os teores de pectina solúvel terem aumentado nos frutos com cálcio e do controle sugere existir outra(s) enzima(s) responsável(is) pela solubilização das pectinas nesse fruto.

Observa-se, na Figura 12, que o 1-MCP retardou a atividade da PME, pois ao zero dia a atividade desta enzima era muito menor que nos outros tratamentos. A atividade da PME na cultivar estudada variou entre 720,00 e 1900,80 $\text{nmol}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ de polpa, sendo que, no início do armazenamento, os frutos dos tratamentos controle e cloreto de cálcio apresentaram atividade da PME de 1267,20 $\text{nmol}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ de polpa. Todavia, no final do experimento, os frutos com cálcio apresentaram maior atividade desta enzima que os frutos do controle (Figura 12). Nos frutos tratados com 1-MCP, a atividade da PME oscilou entre 633,60 e 1900,80 $\text{nmol}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ de polpa. Convém mencionar que, segundo Pal & Selvaraj (1979) e Mowlah & Ittoo (1993), a atividade da PME aumentou continuamente durante o desenvolvimento da goiaba; no entanto, El-Zoghbi (1994) relata que a atividade dessa enzima pode diminuir durante o amadurecimento.

4.11 Atividade da poligalacturonase (PG)

A análise estatística (Tabela 3A, Anexo) revela que houve efeito significativo para os tratamentos, período de armazenamento e interação tratamentos x período.

Desde o início da aplicação dos tratamentos até o tempo zero, intervalo de 12 horas, a atividade da PG apresentou uma leve semelhança entre os três tratamentos. Esse fato não era esperado, já que a atividade da PME nos frutos com 1-MCP e nos frutos com cálcio foi bem diferente. Este fato pode estar relacionado com outra(s) enzima(s) responsável(is) pela solubilização da pectina.

A atividade da PG foi muito similar com relação aos frutos tratados com cálcio e os frutos do controle ao longo do período de armazenamento; houve, inicialmente, um aumento da atividade da PG nos frutos do tratamento com cálcio e nos frutos controle, mas logo após o segundo dia do armazenamento, observou-se um decréscimo, voltando a aumentar novamente depois do quinto dia de armazenamento (Figura 13).

No começo do experimento os frutos tratados com cálcio apresentaram atividade da PG levemente superior em relação aos outros tratamentos mas, entre o terceiro e o quinto dia a PG revelou menos atividade no tratamento com cálcio que nos frutos controle, e a partir do quinto dia os frutos com cálcio revelaram maior atividade desta enzima (Figura 13). Pode-se verificar que, mesmo com a diminuição da atividade desta enzima nos frutos com cálcio e nos frutos controle, os teores de pectina solúvel e porcentagem de solubilização da pectina continuaram aumentando, e os valores relacionados com a firmeza, prossiguíram diminuindo. Isso reforça a indicação de que a solubilização das pectinas seja também efetuada por outras enzimas diferentes da PME e da PG.

Lazan et al. (1993) sugerem que, possivelmente, outras hidrolases como as celulases e as β -galactosidases estejam envolvidas.

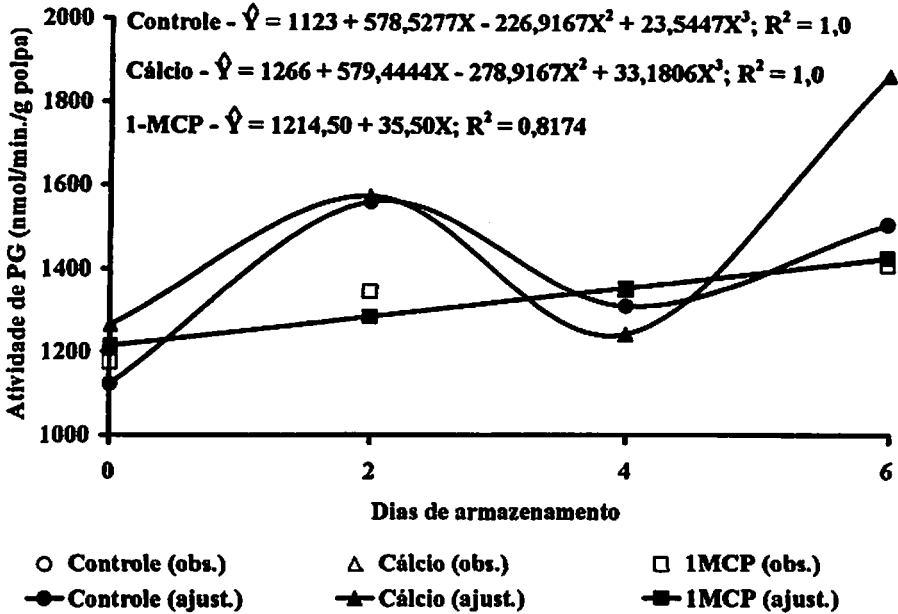


FIGURA 13. Curva e equação de regressão representativas da atividade da PG de goiaba cv. Pedro Sato submetidas aos tratamentos com cálcio e com 1-MCP e armazenadas sob condições ambientais.

Com relação aos frutos tratados com 1-MCP, a Figura 13 mostra que a atividade da PG neste tratamento aumentou durante todo o período do armazenamento. Esse resultado está compatível com o aumento nos teores de pectina solúvel e com a redução nos valores da firmeza dos frutos deste tratamento. Foi constatado que a atividade da PG foi mais elevada nos frutos do controle e no tratamento com cálcio, durante maior parte do período de

armazenamento, que nos frutos com 1-MCP. Esse comportamento indica que o 1-MCP retardou a atividade da PG, visto que também os valores de pectina solúvel nos frutos tratados com este produto se mantiveram sempre inferiores aos dos frutos do controle e aos dos frutos com cálcio (Figura 9).

4.12 Aparência

Ao término do período estudado, os frutos tratados com o 1-MCP sobressaíram-se na aparência quando comparados aos demais tratamentos. Observando os frutos do dia da colheita (Figura 14) e comparando-os com os frutos dos três tratamentos do último dia do experimento (Figura 15), verifica-se uma melhor coloração nos frutos do tratamento com o 1-MCP.

Com base nestas observações, pode-se verificar que os frutos com o 1-MCP foram os que apresentaram a melhor aparência relacionada a esse atributo de qualidade.

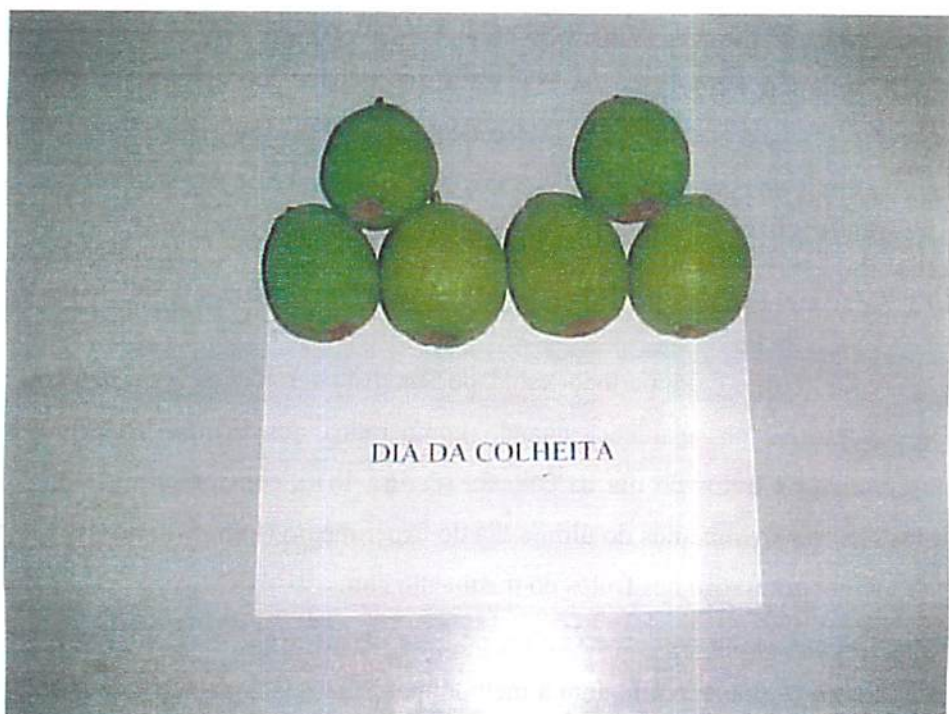


FIGURA 14. Aspectos de aparência do dia da colheita de goiabas cv. Pedro Sato que foram utilizadas neste trabalho.

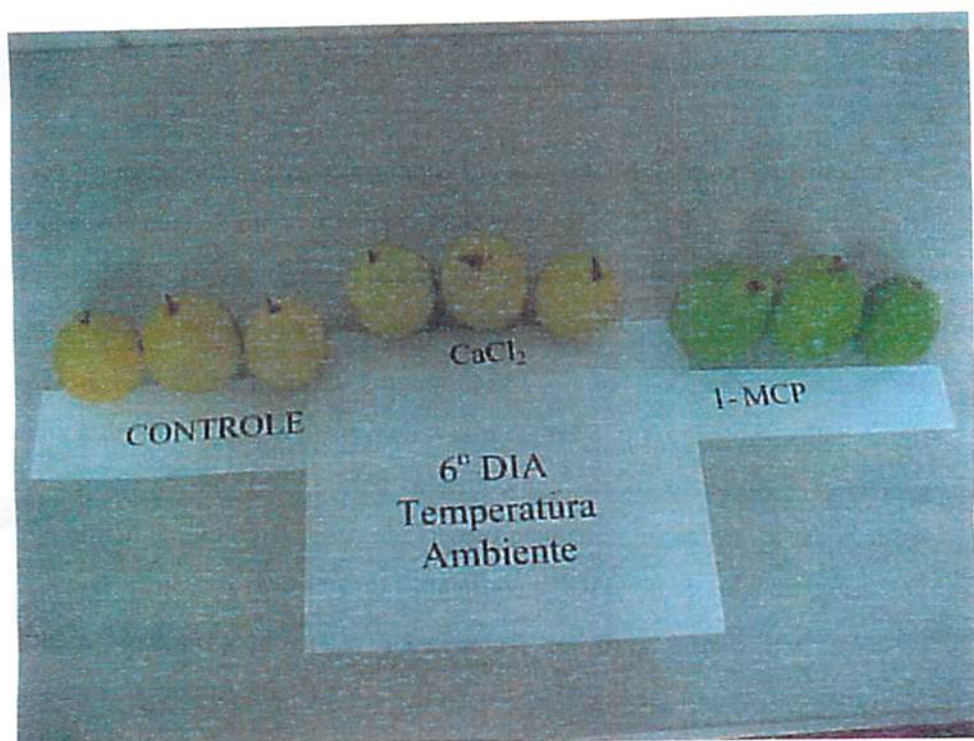


FIGURA 15. Aspectos de aparência do sexto dia do armazenamento de goiabas cv. Pedro Sato submetidas a tratamento com cloreto de cálcio e com 1-MCP e armazenadas sob condições ambientais.

5 CONSIDERAÇÕES GERAIS

- O tratamento com 1-MCP, nas 12 horas decorridas do começo dos tratamentos até o tempo zero apresentou maior teor de açúcares que nos frutos com cálcio, menor teor de solubilização de pectina e menor atividade da PME em relação aos outros dois tratamentos nesse período.
- Os frutos tratados com cálcio, nas primeiras 12 horas da aplicação dos tratamentos, mostraram que houve maior conversão de açúcares em ácidos orgânicos e que estes foram metabolizados para a produção de energia. A firmeza desses frutos foi mais bem preservada nesse intervalo de tempo que nos frutos tratados com 1-MCP e no tratamento controle.
- A partir do tempo zero os frutos com cálcio apresentaram menor solubilização da pectina e maior atividade da PME que os frutos controle. Observou-se, ainda no tratamento com cálcio, maior perda de firmeza em relação ao controle.
- O tratamento com 1-MCP a partir do tempo zero apresentou menor teor de solubilização da pectina, maior atividade da PME entre os tempos 1 e 5 do período de armazenamento, perda de firmeza mais leve e, no final do armazenamento, melhor aparência que os frutos tratados com cálcio. Logo, os frutos tratados com 1-MCP foram os que apresentaram melhores resultados com relação aos tratamentos com cálcio e controle.

6 CONCLUSÕES

- O tratamento com 1-MCP foi o mais eficiente na manutenção da qualidade da goiaba em condições ambiente por 6 dias, já que apresentou melhor aparência, melhor firmeza, menor perda de massa e melhor teor de vitamina C ao término do armazenamento.
- O tratamento com cálcio também apresentou elevado teor de vitamina C ao final do armazenamento e preservou bem a firmeza nas primeiras 12 horas do início do tratamento, porém foi eficiente por período mais curto, pois aos 6 dias as goiabas já não apresentavam boa aparência e mostravam uma perda mais acentuada na firmeza.
- A técnica do tratamento de frutos com cálcio utilizada neste trabalho poderá ser utilizada para a conservação da qualidade pós-colheita de goiabas por período de armazenamento curto, pois com base nos resultados obtidos, este método não foi capaz de retardar a senescência dos frutos nos 6 dias de armazenamento estudados. No entanto, nos frutos tratados com 1-MCP, este processo foi menos intenso, sendo, portanto, melhor alternativa para a manutenção dos atributos de qualidade deste fruto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, J. B. **Significance of enzymes in individual vegetables** In: FOX, P. F. **Food enzymology**. London: Applied Science, 1991. p. 499-543.
- AHMED, A. E.; LABAVITCH, J. M. Cell wall metabolism in ripening fruits 1. Cell wall changes in ripening “Barlett” pears. **Plant Physiology**, Baltimore, v. 65, n. 5, p. 1009-1013, May 1980.
- ANDREWS, P. K. , LI, S. Parcial purification and characterization of β -D-galactosidase from sweet cherry, a nonclimateric fruit. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 42, n. 10, p. 2177-2182, Oct. 1994.
- ASSOCIATION OF OFICIAL ANALITYCAL CHEMISTRY. **Official Methods of analysis of the Association on analytical chemistry**. 12. ed. Washington: AOAC, 1992. 1015 p.
- AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. 114 p.
- BARRET, D. M.; GONZALEZ, C. Activity of softening enzymes during cherry maturation. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 59, n. 3, p. 574-577, May/June 1994.
- BASSETO, E. **Conservação de goiabas “Pedro Sato” tratadas com 1-metilciclopropeno: concentrações e tempos de exposição**. 2002. 71 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.
- BEAUDRY, R.; SCHWALLIER, P.; LENNINGTON, M. Apple maturity prediction: an extension tool to and fruit storage decisious. **HortTechnology**, Alexandria, v. 3, n. 2, p. 233-239, 1993.
- BITTER, T.; MUIR, H. M. A. Modified uronic acid carbazole reaction. **Analytical Chemistry**, New York, v. 4, n. 4, p. 330-334, 1962.
- BLANKENSHIP, S. M. Ethylene effects and the benefits of 1-MCP. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, n. 108, p. 2-4, 2001. (Special Issue).

- BLANKENSHIP, S. M.; DOLE, J. M.** 1-Methylcyclopropeno; a review. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 28, n. 1, p. 1-25, Apr. 2003.
- BLEINROTH, E. W.** Colheita e beneficiamento. In: **NETTO, A. G.** **Goiaba para exportação: procedimento de colheita e pós-colheita.** Brasília, MAARA/FRUPEX, 1996. p. 12-23. (Série Publicações Técnicas).
- BRAMLAGE, W. J.; DRAKE, M.; WEIS, S. A.** Comparisons of calcium chloride, calcium phosphate, and calcium chelate as foliar spray for "MacIntosh" apple trees. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 110, n. 6, p. 786-789, Nov. 1985.
- BROWN, B. I.; PAXTON, B. F.** Fresh market possibilities for quava fruit. **Food Technology in Australia**, North Sydney, v. 35, n. 6, p. 288-290, June 1983.
- BRUISMA, J.** Hormonal regulation of senescence, ageing fading and ripening. In: **LIEBERMANN, M.** **Postharvest physiology and crop preservation.** Mariland: Nato Advanced Study Institutes Series, 1981. p. 141-163. (Serie A: Life Science, 46).
- CARVALHO, H. A. de.** Utilização de atmosfera modificada na conservação pós-colheita da goiaba "Kumagai"- 1999. 115 p. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- CARVALHO, V. D.** Qualidade e conservação pós-colheita de goiabas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 179, p. 48-54, 1994.
- 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, 1991. p. 121-177. (Série Frutas Tropicais n. 6).
- CHEFTEL, J. C.; CHEFTEL, H.** Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Zaragoza: Acribia, 1992. v. 1, 333 p.
- CHITARRA, M. I. F.** Características das frutas de exportação. In: **GONGATTI NETO et al.** **Goiaba para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita.** Brasília: EMBRAPA, 1996. cap. 1, p. 9-11. (Série Publicações técnicas FRUPEX, n. 20).

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Armazenamento pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 293 p.

CHYAU, C. C.; CHEN, S. Y.; WU, C. M. Differences of volatile and monvolatile constituents between mature and ripe guava (*Psidium guajava* Linn) fruits. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 40, n. 5, p. 846-849, May 1992.

CROOKES, P. R.; GRIERSON. Ultrastructure of tomato fruit ripening and the role of polygalacturonase isoenzymes in cell wall degradation. **Plant Physiology**, Baltimore, v.72, p.1088-1093, 1983.

DA SILVA, R.; FRANCO, C. M. L.; GOMES, E. Pectinesterase, hemicelulases e celulases, ação, produção e aplicação no processamento de alimentos: revisão. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 31, n. 2, p. 249-260, jul./dez. 1997.

DALAL, V. B.; EIPERSON, W. E.; SINGH, N. S. Wax emulsion for fresh fruits and vegetables to extend their storage life. **Indian Food Packer**, New Delhi, v. 25, n. 2, p. 9-15, 1971.

DEAN, J. F. D.; MATOO, A. K. The role of ethylene in fruit ripening and senescence. In: FOX, P. F. **Food enzymology**. London: Elsevier Applied Science, 1991. p. 271-301

DILLEY, R. D. Assessing fruit maturity and techniques to delay ripening in storage. **Annual Report of the Michigan State Horticultural Society**, Michigan, v. 110, p. 123-146, 1980.

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

EL-ZOGHBI, M. Biochemical changes in some tropical fruits during ripening. **Food Chemistry**, London, v. 49, n. 1, p. 33-37, Jan. 1994

ESTEVES, M. T. C. **Características físicas, físico-químicas e químicas de frutos e cultivares de goiabeira (*Psidium guajava* L.)**. 1981. 65 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

ESTEVEES, M. T. C.; CARVALHO, V. D. Modificações nos teores de amido, açúcar e grau de doçura em seis cultivares de goiabeira (*Psidium guajava* L.) em diferentes estádios de maturação. *Ciência e Prática*, Lavras, v. 6, n. 2, p. 208-218, jul./dez. 1982.

FAN, X.; ARGENTA, L.; MATTHEIS, J. P. Inhibition of ethylene action by 1-methylcyclopropene prolongs storage life of apricots. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v. 20, n. 2, p. 135-142, Sept. 2000.

FENNEMA, O. R. *Química de los alimentos*. Zaragoza: Acribia, 1993. 1100 p.

FRY, S. C. Crossing-linking of matrix polymers in the growing cell walls of angiosperms. *Annual Review of Plant Physiology*, Palo Alto, v. 37, p. 165-186, 1986.

GASPAR, J. W. Influência da refrigeração e de filmes plásticos sobre a conservação pós-colheita da goiaba "Kumagai". 1997. 70 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

GIANNONI, J. A. Efeito da radiação gama e do cálcio na conservação pós-colheita da goiaba branca armazenada sob refrigeração. 2000. 181 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, SP.

GONGATTI NETTO, A.; GARCIA, A. E.; ARDITO, E. F. G. et al. *Goiaba para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita*. Brasília: EMBRAPA, SPI, 1996. 35P. (FRUPEX, 20).

GONZAGA Neto, L. et al. *Goiaba produção: aspectos técnicos*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 72 p. (Frutas do Brasil, n. 17).

GUPTA, OP.; SINGH, BP.; GUPTA, A. K. Studies on the shelf life of different guava cultivars. *Haryana Agricultural University Journal of Research*, Hissar, v. 9, n. 3, p. 247-250, Sept. 1979.

HEPPLE, P. K.; WAYNE, R. O. Calcium and plant development. *Annual Review of Plant Physiology*, Palo Alto, v. 36, p. 397-439, 1985.

HUSSAIN, A.; SHAH, A. H. Activity of pectic enzymes (pectinesterase and polygalacturonase) during the ripening of guava fruit. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, Lyallpur, v. 12, n. 314, p. 191-194, 1975.

INABA, A. Recent studies on postharvest physiology and tecnology of horticultural crops in Japan. *Postharvest News and Information*, v. 4, p. 101N-104N, 1993.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ – IAL. Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed. São Paulo, 1985. v. 1, 533 p.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. Goiaba, cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. 2. ed. Campinas: ITAL, 1988. 224 p.

JEAN, J. J.; ROBINSON, M. L. P. Pectolytic enzymes in sweet bell peppers (*Capsicum annum L.*). *Journal of Food Science*, Chicago, v. 49, n. 4, p. 1085-1087, July/Aug. 1984.

JIANG, Y.; JOICE, D. C.; MACNISH, A. J. Extension of the shelf life of banana fruit by 1-methylcyclopropene in combination with polyethylene bags. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v. 16, n. 2, p. 187-193, June 1999.

KADER, A. A. Ethylene may accelerate deterioration of horticultural perishables. *Perishable Handling Newsletter Issue*, Davis, n. 8 p. 28, Nov. 1994a.

KADER, A. A. Fruit maturity, ripening & quality relationships. *Perishable Handing News letter Issue*, Davis, n. 8 p. 2, Nov. 1994b.

KHEDKAR, D. M.; ROY, S. K. Extension of storage life guava var L-49. *Indian Food Packer*, New Delhi, v. 36, n. 2, p. 49-52, 1982.

KING, K.; NORTON, G.; MITCHELL, J. R.; CAYGILL, J. A study of factors affecting in-situ de esterification of mango (*Magnifera indica L.*) pectin. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, v. 45, n. 3, p. 231-241, 1988.

KING, G. A.; O'DONOGHUE, E. M. Onravelling senescence: new opportunities for delaying the inevitable in harvested fruit and vegetable. *Trends in Food Science & Technology*, New York, v.6, p. 385-389, Dec. 1995.

KLUGE, R. A.; JACOMINO, A. P.; CASTRO, P. R. C. Controle do amadurecimento de goiaba vermelha tratada com ethylbloc (1-MCP). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16., 2000, Fortaleza. Resumos... Fortaleza: EMBRAPA, 2000. p. 292.

KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J. C.; FACHINNELLO, J. C. et al. Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado. 2. ed. Piracicaba: Livraria e Editora Rural, 2002. 214 p.

LAZAN, H.; ALI, Z. M. Cell wall hydrolases and their potential in the manipulation of ripening of tropical fruits. *Asean Food Journal*, Singapore, v. 8, n. 2, p. 47-53, 1993.

LENINGER, A. L. *Princípios de bioquímica*. São Paulo: Sarvier, 1990. 725 p.

LIMA, M. A. *Conservação pós-colheita de goiaba e caracterização tecnológica de frutos de diferentes genótipos produzidos em Jaboticabal, SP*. 1999. 101 p. – Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, SP.

MANICA, I.; ICUMA, I. M.; JUNQUEIRA, N. T. V. et al. *Fruticultura tropical: 6. Goiaba*. Porto Alegre: cinco continentes, 2000. 374 p.

McCREADY, R. M.; McCOOMB, E. A. Extraction and determination of total pectic materials in fruits. *Analytical Chemistry*, Washington, v. 24, n. 12, p. 1586-1588, Dec. 1952.

MEDINA, J. C. *Cultura*. In: INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. *Goiaba: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos*. 2. ed. Campinas, 1988. p. 1-120. (ITAL. Série Frutas Tropicais).

MOWLAH, G.; ITOO, S. Guava (*Psidium guajava* L.) sugar components and related enzymes at stages of fruits development and ripening. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, Tókyo, v. 29, n. 8, p. 472-76, 1983.

NAKATSUKA, A.; SHIOMI, S.; KUBO, Y.; INABA, A. Expression and internal feedback regulation of ACC synthase e and ACC oxidase genes in ripening tomato fruit. *Plant and Cell Physiology*, Kyoto, v. 38, n. 10, p. 1103-1110, Oct. 1997.

NOELTING, G.; BERNFELD, P. Sur les enzymes amylolytiques III. La β -amilase: dosage l' activate et controle de l' absence l' α -amilase. *Helvetica Chimistries Acta*, Basel, v. 31, p. 286-90, 1948.

OLIVEIRA, M. A. Utilização da película de fécula de mandioca como alternativa à cera comercial na conservação pós-colheita de frutos de goiaba (*Psidium guajava* L.). 1996. 73 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

PAL, D. K.; SELVARAJ, Y. Changes in pectin and pectinesterase activity in developing guava fruits. *Journal of Food Science and Technology*, Mysore, v. 6, n. 3, p. 115-116, May/June 1979.

PANTASTICO, E. B.; CHATTOPADHYAY, T. K.; SUBRAMANYAM, H. Storage and commercial storage operations. In: PANTASTICO, E. B. (Ed). *Postharvest physiology handling and utilization of tropical fruits and vegetables*. West Port: AVI, 1975. p. 314-338.

PEREIRA, F. M. *Cultura da goiabeira*. Jaboticabal: Funep, 1995. 47 p.

PEREIRA, F. M.; MARTINEZ – JUNIOR, M. *Goiabas para Industrialização*. Jaboticabal: Legis Summa, 1986. 142 p.

PIZA JR.; C. T.; KAVATI, R. *A cultura da goiaba de mesa*. Campinas: CATI, 1994. 29 p. (CATI. Boletim Técnico, 219).

POOVAIAH, B. W. Molecular and cellular, aspects of calcium action in plants. *HortScience*, Alexandria, v. 23, n. 2, p. 267-271, Apr. 1988.

POOVAIAH, B. W. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. *Food Technology*, Chicago, v. 40, n. 1, p. 86-89, Jan. 1986.

PRESSEY, R.; HINTON, D. M.; AVANTS, J. K. Development of polygalacturonase activity and solubilization of pectin in peaches during ripening. *Plant Physiology*, Baltimore, v. 52, n. 3, p. 252-256, Sep. 1973.

RATHORE, D. S. Effect of season on the growth chemical composition of guava (*Psidium guajava* L.) fruits. *Journal of Horticultural Science*, New Delhi, v. 51, n. 1, p. 41-47, Jan. 1976.

- REYES, M. U.; PALL, R. E. Effect of storage temperature and ethylene treatment on guava (*Psidium guajava* L.) fruit ripening. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 6, n. 3/4, p. 357-365, Oct. 1995.
- RICHARDSON, D. G.; AL-ANI, A. M. Calcium and nitrogen effects on d'anjou pear fruit respiration and ethylene evolution. **Acta Horticultural**, Wageningen, v. 124, p. 195-201, 1982.
- RUPASINGHE, H. P. V.; MURR, D. P.; PALIYATH, G.; SKOG, L. Inhibitory effect of 1-MCP on ripening and superficial scald development in "McIntosh" and "Delicious" apples. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Ashford, v. 75, n. 3, p. 271-276, May 2000.
- SEREK, M.; SISTER, E. C. Novel gaseous ethylene binding inhibitor prevents effects in polled flowering plants. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 119, n. 6, p. 1230-1233, Nov. 1994
- SEREK, M.; TAMARI, G.; SISTER, E. C. 1-Methylcyclopropene, a novel gaseous inhibitor of ethylene action, improves the life of fruits, cut flowers and potted plants. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, v. 394, p. 337-345, 1995b.
- SIDDIQUI, S.; SHARMA, R. K.; GUPTA, O. P. Physiological and quality response of guava fruits to posture during storage. **HortScience**, Alexandria, v. 26, n. 10, p. 1295-1297, Oct. 1991.
- SINGH, B. P.; CHAUHAN, K. S. Effect of pre-harvest application of calcium, potassium and alar on fruit quality and storage life of guava fruit. **Journal of Research**, Hissar, v. 12, n. 4, p. 649-654, 1982.
- SINGH, B. P.; CHAUHAN, K. S. Effect of pre-harvest of certain chemicals on the storage behaviour of guava at low temperature. **Haryana Journal of Horticultural Science**. India, v.22, n.2, p. 95-102, 1993.
- SINGH, B. P.; SINGH, H. K.; CHAUHAN, K. S. Effects of postharvest calcium treatments on the storage life of guava fruits. **Indian Journal Agricultural Science**, New Delhi, v. 51, n. 1, p. 44-47, Jan. 1981.
- SINGH, R. V. et al. Effects of wax coating e prepackaging on the storage behaviour of guava cv Allahad Safeda. **Indian Food Packer**, New Delhi, v. 37, p. 80-85, Nov./Dec. 1984.

STROHECKER, R. L.; HENNING, H. M. Analysis de vitaminas: métodos comprobados. Madrid: Paz Montalvo. 1967. 428 p.

WILLS, R. B. H.; BROWN, B. I.; SCOTT, K. J. Control of ripe rots of guavas by heated benomyl and guazatine dips. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, Melbourne, v. 22, n. 118-119, p. 437-440, Nov. 1982.

WILLS, R. B. H, et al. Storage of two new cultivars of guava fruit for processing. Tropical Agriculture, Trinidad, v. 60, n. 3, p. 175-78, July 1983.

WILLS, R. H. H.; LEE, T. H.; GRAHAM, W. B. et al. Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables. West Port: AVI, 1981. 161 p.

WILSON, C. W.; SHAW, P. E.; CAMPBELL, C. W. Determination of organic acids and sugars in guava (*Psidium guajava L.*) cultivars by high-performance liquid chromatography. Journal of the Science of Food and Agriculture, London, v. 33, n. 8, p. 777-780, Aug. 1982.

YUSOF, S.; MOHAMED, S. Physico-chemical changes in guava (*Psidium guajava l.*) during development and maturation. Journal of the Science of Food and Agriculture, London, v. 38, n. 1, p. 31-39, Jan. 1987.

XISTO, A. L. R. P. Conservação pós-colheita de goiaba “Pedro Sato” com aplicação de cloreto de cálcio em condições ambiente. 2002. 46 p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica e Agrobioquímica) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ANEXOS

	Página
ANEXO A	
TABELA 1A. Resumo da análise de variância e respectivos níveis de significância para perda de massa, ATT, pH, SST, Açúcares Totais, Açúcares Redutores e Sacarose de goiabas cv. Pedro Sato submetidas aos tratamentos com cloreto de cálcio com 1-MCP e armazenadas sob condições ambientais.	66
TABELA 2A. Resumo da análise de variância e respectivos níveis de significância para Pectina Total, Pectina Solúvel, Porcentagem de solubilização da Pectina e Textura de goiabas cv. Pedro Sato submetidas aos tratamentos com cloreto de cálcio e com 1-MCP e armazenadas sob condições ambientais.	66
TABELA 3A. Resumo da análise de variância e respectivos níveis de significância para PME, PG, Vitamina C, Cálcio Total e Cálcio ligado à parede celular de goiabas cv. Pedro Sato submetidas aos tratamentos com cloreto de cálcio e com 1-MCP e armazenadas sob condições ambientais.	67

TABELA 1A. Resumo da análise de variância e respectivos níveis de significância para perda de massa – PM (%), ATT (ácido cítrico/100 g de polpa), pH, SST (%), Açúcares totais – AT (% glicose), açúcares redutores – AR (% glicose) e açúcar não redutores – ANR (% sacarose), de goiabas cv. Pedro Sato submetidas aos tratamentos com cloreto de cálcio e com 1-MCP e, armazenadas sob condições ambientais.

FV	GL	QM						
		PM	ATT	pH	SST	AT	AR	ANR
Tratamentos	2	3,87**	0,0001 ^{NS}	0,004 ^{NS}	0,12*	0,48*	0,73**	0,50**
Dias	3	131,15**	0,0010**	0,140**	0,70**	3,25**	3,25**	1,09**
Trat. x dias	6	0,73*	0,0009**	0,0096 ^{NS}	1,02**	1,93*8	1,83**	0,0098**
Resíduo	24	0,17	0,00005	0,005	0,03	0,11	0,07	0,001
CV %	-	6,26	2,76	1,77	2,35	7,38	6,34	7,60
Média Geral	-	6,64	0,25	4,20	7,18	4,59	4,07	0,52

NS, */** Teste de F, não significativo, significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 2A. Resumo da análise de variância e respectivos níveis de significância para firmeza – F (N), pectina total – PT (%), pectina solúvel – PS (%) e solubilização da pectina - SL (%) de goiabas cv. Pedro Sato submetidas aos tratamentos com cloreto de cálcio e com 1-MCP e armazenadas sob condições ambientais.

FV	GL	QM			
		F	PT	PS	SL
Tratamentos	2	139,80**	0,002*	0,008**	425,70**
Dias	3	4131,35**	0,009**	0,029**	843,10**
Trat. x dias	6	547,45	0,032**	0,001**	123,07**
Resíduo	24	40,71	0,0004	0,00002	0,77
CV %	-	2,82	3,41	3,30	4,22
Média Geral	-	46,15	0,62	0,12	20,80

NS, */** Teste de F, não significativo, significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 3A. Resumo da análise de variância e respectivos níveis de significância para PME (nmol/min/g de polpa), PG (nmol/min/g de polpa) e Vitamina C (%) de goiabas cv. Pedro Sato submetidas aos tratamentos com cloreto de cálcio e com 1-MCP e armazenadas sob condições ambientais.

FV	GL	PME	PG	Vitamina C
Tratamentos	2	301072,08**	87417,75**	60,07**
Dias	3	50185,38**	304595,14**	2452,51**
Trat. x dias	6	476702,69**	53437,08**	96,38**
Resíduo	24	8363,42	2672,30	7,14
CV %	-	8,25	3,70	3,52
Média Geral	-	1108,79	1395,25	75,94

NS, **/*** Teste de F, não significativo, significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.



