

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE GOIABA PELO USO
DE REGULADORES DE CRESCIMENTO VEGETAL,
CÁLCIO E DA ASSOCIAÇÃO DESTES COM
REFRIGERAÇÃO E EMBALAGENS PLÁSTICAS**

Maria Aparecida Lima

Orientador: Prof. Titular José Fernando Durigan

Tese de doutorado apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias UNESP Campus de Jaboticabal, do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, como parte das exigências para a obtenção do título de DOUTOR EM AGRONOMIA

Jaboticabal – SP– Brasil
Janeiro - 2003

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE GOIABA PELO USO
DE REGULADORES DE CRESCIMENTO VEGETAL,
CÁLCIO E DA ASSOCIAÇÃO DESTES COM
REFRIGERAÇÃO E EMBALAGENS PLÁSTICAS**

Maria Aparecida Lima

Orientador: Prof. Titular José Fernando Durigan

Jaboticabal – SP– Brasil
Janeiro - 2003

Lima, Maria Aparecida

L732c Conservação pós-colheita de goiaba pelo uso de reguladores de crescimento vegetal, cálcio e da associação destes com refrigeração e embalagens plásticas / Maria Aparecida Lima. – – Jaboticabal, 2003
xi, 114 f.: il.; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2003

Orientador: José Fernando Durigan

Banca examinadora: Fernando Mendes Pereira, Izabel Cristina Leite, José Flávio Diniz Nantes, Rachel Elizabeth Domarco

Bibliografia

1. Goiaba. 2. Embalagens. 3. Cálcio. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 634.4:631.56

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

MARIA APARECIDA LIMA - filha de Emilia e Carlos, nascida em Pereira Barreto, SP, iniciou o curso de agronomia em 1991 pela UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Ilha Solteira (FEIS-UNESP), que foi concluído em dezembro de 1995. Em agosto de 1996 iniciou o curso de pós-graduação em Agronomia, na área de concentração em Produção Vegetal, a nível de mestrado pela UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Jaboticabal (FCAV-UNESP) obtendo o título de Mestre em janeiro de 1999, com a dissertação intitulada: “Conservação pós-colheita de goiaba e caracterização tecnológica dos frutos de diferentes genótipos, produzidos em Jaboticabal, SP”. Em março de 1999 ingressou no curso de doutorado no mesmo programa de pós-graduação, dando continuidade aos seus estudos em pós-colheita de frutas, continuando a trabalhar com goiabas.

.

EPÍGRAFE

“Cada um que passa em nossa vida, passa sozinho pois cada pessoa é única, e nenhuma substitui outra. Cada um que passa em nossa vida, passa sozinho, mas não vai só, nem nos deixa só, leva um pouco de nós mesmos. Há os que levam muito, mas há os que não deixam nada. Essa é a maior responsabilidade de nossa vida. É a prova evidente que duas almas não se encontram ao acaso”

Saint Exupéry

Aos meus pais, pelo amor incondicional, vibração e força.

DEDICO

Aos meus irmãos pelo nosso feliz encontro nessa vida.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À DEUS, pela guia nos momentos difíceis.

À minhas irmãs Maria Sônia Lima e Fátima Lima pelo apoio, amor, carinho e amizade em todos os momentos da minha vida.

Ao professor Dr. José Fernando Durigan, pela orientação segura, profissionalismo e amizade dispensada durante os cursos de mestrado e doutorado.

À Fundação de Amparo à pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pela concessão de Bolsa de Estudo e do Auxílio Financeiro, de suma importância para realização deste trabalho e minha formação profissional.

À Dirce Renata Dias Tostes, pela amizade e colaboração durante o curso.

Às secretárias do Departamento de Tecnologia pela amizade e auxílios prestados.

Aos colegas pos-graduandos do Laboratório de Tecnologia dos Produtos Agrícolas, Juliana, Bianca, Rosilene, Gustavo, Ben-Hur e Juliana Sanches.

Aos professores do curso de Agronomia da FCAV/UNESP-JABOTICABAL.

Ao professor Dr Takashi Muraoka do CENA – USP pela disponibilidade na realização do teste com o radiosótoto.

À empresa “VAL Polpas”, nas pessoas do Sr. Valdenir Rossi e do Eng^o Agrônomo Luís Antônio Fiorani, pelo fornecimento de frutos para a realização deste trabalho.

À todos que tenham contribuído de alguma forma para execução deste trabalho.

SUMÁRIO

	página
RESUMO	
ABSTRACT	
1. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
Introdução.....	1
Conservação pós-colheita.....	7
Objetivo.....	15
Referências Bibliográficas.....	15
2. REGULADORES VEGETAIS E CÁLCIO NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE GOIABAS 'PALUMA'.....	24
Resumo.....	24
Introdução.....	24
Material e Métodos.....	26
Resultados e Discussão.....	27
Conclusões.....	35
Referências Bibliográficas.....	35
3. CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE GOIABAS 'PEDRO SATO' UTILIZANDO-SE REGULADORES VEGETAIS E CÁLCIO.....	39
Resumo.....	39
Introdução.....	39
Material e Métodos.....	41
Resultados e Discussão.....	43
Conclusões.....	50
Referências Bibliográficas.....	50
4. EFEITO DA INTERAÇÃO ENTRE REGULADORES VEGETAIS E CÁLCIO NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE GOIABAS.....	54
Resumo.....	54
Introdução.....	54
Material e Métodos.....	56
Resultados e Discussão.....	58
Conclusões.....	67

Referências Bibliográficas.....	67
5. CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE GOIABAS UTILIZANDO-SE CÁLCIO E ÁCIDO GIBERÉLICO, ASSOCIADOS A DIFERENTES EMBALAGENS.....	71
Resumo.....	71
Introdução.....	71
Material e Métodos.....	73
Resultados e Discussão.....	74
Conclusões.....	87
Referências Bibliográficas.....	87
6. CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE GOIABAS UTILIZANDO-SE CÁLCIO E 1-METILCICLOPROPENO (1-MCP).....	91
Resumo.....	91
Introdução.....	92
Material e Métodos.....	94
Resultados e Discussão.....	96
Conclusões.....	99
Referências Bibliográficas.....	99
7. USO DO RADIOISÓTOPO CÁLCIO⁴⁵, PARA DETERMINAR A CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DO CÁLCIO APLICADO APÓS A COLHEITA, EM GOIABAS.....	103
Resumo.....	103
Introdução.....	103
Material e Métodos.....	106
Resultados e Discussão.....	107
Conclusões.....	109
Referências Bibliográficas.....	109
8. IMPLICAÇÕES.....	112

CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE GOIABA PELO USO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO VEGETAL, CÁLCIO E DA ASSOCIAÇÃO DESTES COM REFRIGERAÇÃO E EMBALAGENS PLÁSTICAS

RESUMO: Avaliou-se os efeitos da aplicação de giberelina, citocinina, auxina, cloreto de cálcio e 1-metilciclopropeno, assim como de embalagens e refrigeração na conservação pós-colheita de goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato'. As aplicações foram feitas utilizando-se uma solução de manitol a 300mM como veículo e utilizando-se infiltração a vácuo (500 mmHg por 20 minutos). No 1º experimento os frutos tratados com os reguladores e com o cálcio foram armazenados a 21,6°C, 73,4% UR. Os tratamentos com cloreto de cálcio a 1% ou 2% propiciaram uma vida de prateleira de 7 dias às goiabas 'Paluma' ou seja, aumentou-lhes esta vida em um dia. As goiabas 'Pedro Sato', tratadas com CaCl₂ a 2%, ácido indolacético (IAA) e ácido giberélico (GA) a 100 mg.L⁻¹ apresentaram vida útil de 8 dias, ou seja, aumentada em 2 dias. No 2º experimento testou-se a combinação do CaCl₂ a 2% com GA ou com IAA, a 200 mg.mL⁻¹, e também a combinação destes três produtos (CaCl₂xGAxIAA). Os frutos da 'Paluma' e da 'Pedro Sato' foram armazenados a 24,9°C e 78,5%UR e a 23,8°C e 69,0%UR, respectivamente. A associação entre CaCl₂xGAxIAA foi a melhor na conservação pós-colheita destes frutos, assim como a CaCl₂xIAA para as 'Paluma' e a CaCl₂xGA para as 'Pedro Sato', pois levaram a menor perda de massa fresca, mantiveram a aparência e propiciaram-lhes aumento de dois dias na vida útil. No 3º experimento, os frutos destas duas cultivares foram submetidos aos tratamentos: Testemunha (sem tratamento); CaCl₂ a 2% e ácido giberélico a 200 mg.L⁻¹ e em seguida embalados em bandejas de polietileno tereftalado (PET), revestidas com filme de polietileno de baixa densidade tendo 5% da área perfurada, celofane ou cloreto de polivinila (PVC), antes do armazenamento a 10°C e 94°C. O cálcio e o ácido giberélico não apresentaram efeito no amadurecimento destas frutas, mas o filme de PVC mostrou-se mais eficiente na conservação dos frutos que o de celofane, que por sua vez foi melhor que o de polietileno perfurado. Estes propiciaram uma vida prateleira de 15 dias para as goiabas 'Pedro Sato' e de 18 dias para as 'Paluma'. No 4º experimento avaliou-se o efeito do 1-MCP e de sua associação com o cálcio

na conservação de goiabas 'Pedro Sato', para tal, utilizou-se os tratamentos: Testemunha, CaCl_2 + 1-MCP e 1-MCP, o cálcio foi aplicado por infiltração a vácuo e a aplicação de 240 ppb de 1-MCP foi feita em câmara hermética. Os frutos tratados foram embalados em bandejas de PET recobertas com filme de PVC esticável e armazenados a 10°C (94%UR) por até 25 dias. O tratamento com 1-MCP, associado ou não com o cálcio, não apresentaram efeito significativo na manutenção da qualidade ou ampliação da vida útil dos frutos. A concentração de CO_2 , no interior das embalagens, foi menor nas que continham os frutos tratados com 1-MCP, indicando redução na respiração. No 5º experimento, testou-se a capacidade de absorção do cálcio por goiabas 'Pedro Sato' utilizando-se a aplicação do ^{45}Ca . Os frutos tratados com CaCl_2 a 2% contendo ou não o radioisótopo ^{45}Ca , foram divididos em quatro camadas (exocarpo, mesocarpo, endocarpo e semente) analisadas quanto aos seus teores de cálcio total e ^{45}Ca . As goiabas apresentaram, nas 4 camadas uma maior quantidade de cálcio total, indicando infiltração, porém uso do Ca^{45} , para a comprovação desta penetração, indicou que o cálcio permaneceu nas camadas superficiais. A autoradiografia dos frutos tratados mostrou que só houve impressão do filme fotográfico na camada superficial do fruto, o que corresponde à casca. As camadas mais internas não indicaram presença significativa do elemento marcado.

Palavras-chave: *Psidium guajava*, giberelina, citocinina, auxina, cálcio, 1-MCP, embalagens, armazenamento

GUAVA POSTHARVEST CONSERVATION USING REGULATORS OF VEGETABLE GROWTH, CALCIUM AND ASSOCIATION WITH COOLING AND PLASTIC PACKAGES

The effects of gibberellin, cytokinin, auxin, calcium chloride and 1-methylcyclopropene as well as packaging and cooling on postharvest conservation of guavas 'Paluma' and 'Pedro Sato' were evaluated. The applications were done using a 300 mM mannitol solution as carrier and vacuum infiltration (500 mm Hg for 20 minutes). In the first experiment fruits were treated with growth regulators and calcium and stored at 21.6°C, 73.4% RH, treatments with calcium chloride at 1% or 2% yielded a 7-day shelf life for 'Paluma' guavas, that is, increased its shelf life for one day. 'Pedro Sato' guavas, treated with CaCl₂ at 2%, indole-acetic acid (IAA) and gibberellic acid (GA) at 100 mg.L⁻¹ yielded an 8-day shelf life, that is, an increase of 2 days. In the 2nd experiment a combination of do CaCl₂ a 2% with GA or with IAA, at 200 mg.mL⁻¹ and also a combination of these three products (CaCl₂xGAxIAA) was evaluated. 'Paluma' and 'Pedro Sato' fruits were stored at 24.9°C and 78.5% RH and at 23.8°C and 69.0% RH. The association of CaCl₂xGAxIAA was the best for post harvest conservation of these fruits, as well as CaCl₂xIAA for 'Paluma' guavas and CaCl₂xGA for 'Pedro Sato', since they lead to smaller loss of fresh weight, maintained fruit appearance and increase shelf life by two days. In the 3rd experiment guava fruits of these two cultivars were subjected to the treatments: control (no treatment); CaCl₂ at 2% and gibberellic acid at 200 mg.L⁻¹ and were subsequently packaged in polyethylene tereftalatado (PET) trays, covered by a low density polyethylene with 5% of its area perforated, cellophane or polyvinyl chloride (PVC), before storage at 10°C. Calcium and gibberellic acid did not have an affect on fruit ripening, but PVC film was more efficient on fruit conservation than cellophane, which was better than the perforated polyethylene. These yielded a 15-day shelf life for 'Pedro Sato' guavas and an 18-day for 'Paluma'. In the 4th experiment the effect of 1-MCP and its association with calcium on the conservation of 'Pedro Sato' guavas was evaluated by the treatments: control, CaCl₂ + 1-MCP, and 1-MCP; calcium was applied by vacuum

infiltration, while 240 ppb 1-MCP was applied in a hermetic chamber. Treated fruits were packaged in PET trays, covered with a stretchable PVC film and stored at 10°C (94% RH) for up to 25 days. Treatment with 1-MCP, associated, or not, with calcium, did not present a significant effect on maintenance of quality nor an increase in shelf life of the fruits. The concentration of CO₂, inside the packages was smaller in those that contained fruits treated with 1-MCP, indicating a reduction in respiration. In the 5th experiment, the calcium absorption capacity of 'Pedro Sato' guavas was tested by using the application of ⁴⁵Ca. Fruits treated with 2% CaCl₂, containing or not the radioisotope ⁴⁵Ca, were divided in four layers (exocarp, mesocarp, endocarp and seed) and analyzed for the total and ⁴⁵Ca calcium content. Guavas presented in all four layers a greater amount of total calcium, indicating infiltration, however the use of ⁴⁵Ca, to confirm such penetration, indicated that calcium stayed in the surface layers. An autoradiograph of the treated fruits showed an impression of the photographic film only on the surface layer of the fruit, which corresponds to the rind. More internal layers did not indicate significant presence of the labeled element.

Keywords: *Psidium guajava*, gibberellin, cytokinin, auxin, calcium chloride, 1-MCP, packages, stored.

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES GERAIS

Introdução

Segundo o Agriannual (2002), o Brasil apresenta uma produção anual de 240 mil toneladas de goiabas. A maior área plantada fica no estado de São Paulo, com aproximadamente 5 mil hectares. Os frutos da goiabeira têm seu consumo *in natura* estimulado pela qualidade organoléptica e teores de vitamina C, provitamina A, minerais e pelo alto teor de licopeno, um carotenóide que auxilia na prevenção e controle de diversos tipos de câncer.

A cultura da goiabeira encontra-se em crescente expansão, mas a maior parcela dos frutos produzidos ainda é destinada à industrialização, mas tem-se observado um grande crescimento no mercado *in natura*, principalmente nos grandes centros urbanos (DURIGAN, 1997).

Segundo Awad (1993), o conhecimento do comportamento fisiológico pós-colheita de uma fruta permite sua manipulação mais precisa, mantendo sua qualidade pelo maior período de tempo possível e diminuindo as perdas após a colheita, aumentando assim, sua quantidade, com boa qualidade, disponível no mercado.

O amadurecimento de frutos carnosos corresponde a uma série de trocas bioquímicas, fisiológicas e estruturais, o que os tornam atrativos ao consumo, e variam de um tipo de fruto para outro (GRANGE, 1993; LELIÈVRE et al., 1997).

As mudanças na composição de um fruto, durante o amadurecimento, estão relacionadas com a degradação dos carboidratos de reserva, com a redução nos conteúdos de ácidos orgânicos e polifenóis, com mudanças na pigmentação, com a síntese de voláteis e com o amolecimento.

Quanto ao comportamento pós-colheita, os frutos podem ser divididos em dois grupos, climatéricos e não climatéricos. Biale, em 1964, classificou como climatéricos aqueles que apresentam um pico respiratório e produção de etileno

durante o amadurecimento e não climatéricos aqueles que não apresentam estas características (CARVALHO, 1994).

A produção de etileno, nos frutos climatéricos, está relacionada com o início do amadurecimento, pois ele controla o início da mudança na cor, no aroma, na textura, no sabor e em outros atributos de qualidade (AWAD, 1993).

A biossíntese do etileno, segundo Yang e Hoffman (1984), procede da metionina que é transformada em S-adenosilmetionina (SAM), o qual origina o ácido 1-aminociclopropano-1- carboxílico (ACC), através da ação da ACC sintase, com recuperação da 5-metil-tio-adenosina (MTA). O ACC é transformado em etileno através da ação da ACC oxidase.

O amadurecimento de frutos não climatéricos é, geralmente, considerado um processo independente do etileno, e os mecanismos que regulam as mudanças bioquímicas nestes frutos são pouco conhecidos (LELIÈVRE et al., 1997).

Wills et al. (1983) avaliaram frutos de goiabeiras 'GA 10-50' e 'GA 11-56', na Austrália, e observaram que eles apresentavam comportamento respiratório climatérico, pois após 5 dias de armazenamento a 20°C, produziam, aproximadamente, 65 mL de CO₂.kg⁻¹.h⁻¹ e 3,5 µL de etileno.kg⁻¹.h⁻¹. Quando estudaram o comportamento de frutos das cultivares Cammom, Ka Hua Kula, Beaumont, GA 11-56, GA 9-37 e Klone Soli, colhidos em quatro estádios de maturação, Brown e Wills (1983) também observaram que todos eles apresentavam comportamento respiratório e produção de etileno que os caracterizavam como climatéricos.

A goiaba (*Psidium guajava* L.) tem sido classificada como sendo climatérica por diversos autores (PANTASTICO, 1975; CHITARRA e CHITARRA, 1990).

A taxa respiratória é indicativa da velocidade de senescência e do amadurecimento, pois a vida de prateleira de diferentes tipos de frutas, em geral, tem relação inversa com a taxa respiratória (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

O etileno (C₂H₄) presente nos espaços intercelulares, em um determinado estádio da maturação, se liga ao seu receptor na célula e dá início ao amadurecimento (LELIÈVRE et al., 1997). O 1-metilciclopropeno (1-MCP) é um

composto volátil que demonstra inibir a ação do etileno, ocupando o seu receptor na célula e com isso retardando sua ação (SEREK et al., 1995). Segundo Abdi et al. (1998) e Golding et al. (1998), o 1-MCP tem a capacidade de reduzir a respiração e de retardar o amadurecimento.

O amadurecimento, em muitas frutas, também está associado ao amolecimento que faz parte do amadurecimento de quase todos os frutos e tem uma enorme importância comercial, pois a vida pós-colheita do fruto fica muito limitada quando ele acontece muito rapidamente, o que leva a aumento de injúrias mecânicas durante o manuseio e a aumento na susceptibilidade a doenças. As mudanças que ocorrem durante o amolecimento são importantíssimas, pois envolvem mudanças na parede celular e não têm ligação com a senescência que ocorre na folha, uma vez que é um processo que parece ocorrer somente em frutos e em zonas de abscisão. Normalmente, o amolecimento é acompanhado de aumento na concentração de pectina solúvel (BRADY, 1987). As mudanças na textura estão associadas ao desarranjo de uniões intracelulares e à ruptura da parede celular (GRANGE, 1993).

As mudanças na textura, resultam da desorganização da parede celular primária. Estas modificações influenciam na estrutura e na composição dos polissacarídeos e têm sido correlacionadas com a atividade de hidrolases e transglicolases (HUYSAMER et al., 1997). A solubilização e a despolimerização da pectina e da hemicelulose são os fatores que contribuem para a desintegração da parede celular (ROSE et al., 1998).

Pectinas são polissacarídeos complexos encontrados na parede celular de plantas, onde elas funcionam como um agente hidratante e cimentante da celulose. A maior concentração de pectina é encontrada na lamela média, com diminuição gradual da parede celular primária para a membrana plasmática. Elas contribuem para a firmeza e a estrutura dos tecidos, e a força de coesão da parede celular das plantas depende da orientação, das propriedades mecânicas, e das ligações entre as substâncias pécticas e as fibras de celulose (FOGARTY e WARD, 1972; THAKUR et al., 1997). Elas são importantes no amolecimento de frutos e correspondem a uma cadeia de ácido poligalacturônico, unida por ligações

glicosídicas $\alpha,1-4$, nas quais os grupos carboxílicos podem estar parcialmente esterificados com metanol. Quando estes grupos estão ligados ao cálcio, formam o pectato de cálcio, que é insolúvel e predominante nos tecidos dos frutos imaturos. Com o amadurecimento há liberação do cálcio e solubilização da protopectina das paredes celulares, ocorrendo modificação na textura, que se torna gradualmente macia. A despolimerização pela ação da poligalacturonase (PG) e a desesterificação pela ação das pectinametilesterases (PME), são processos enzimáticos envolvidos nas modificações da textura (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

Reyes et al. (1976) determinaram o conteúdo pectínico de diversas partes da goiaba em 3 estádios de maturação: verde, "verdolengo" e maduro. Observaram um conteúdo, na polpa e na cavidade interna, de 0,56 e 1,07 $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ no fruto maduro, de 0,95 e 1,25 $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ no verdolengo, e de 1,29 e 1,35 $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ no verde, respectivamente. Verificaram também que estes conteúdos diminuem com o amadurecimento do fruto.

Salunkhe e Desai (1984) relataram que o conteúdo de pectina solúvel aumenta durante o amadurecimento e diminui rapidamente quando o fruto entra na senescência. Rathore (1976) observou que em frutos de goiaba o conteúdo de pectina total varia conforme o período de colheita. Vasquez-Ochoa e Colinas-Leon (1990) observaram que a textura diminui em função do amadurecimento, evoluindo de 25,0 N, no fruto "de vez", para 5,0 N, no "muito maduro".

A maturação e a senescência dos frutos dependem, em parte, da inativação de inibidores com as auxinas. Aplicações exógenas de auxina, além de interagir com os reguladores presentes e o metabolismo dos frutos, encontram sérios obstáculos à sua penetração e transporte no fruto, provocando distorção no processo de maturação. Algumas pesquisas indicam que a aplicação exógena desse hormônio retarda, parcial ou totalmente, a maturação de certos frutos, particularmente quando ocorre um declínio no nível endógeno do mesmo. Dependendo da auxina, da concentração utilizada, do modo de aplicação (imersão, infiltração), dos tecidos utilizados (frutos inteiros, fatias) e do tipo de fruto, os resultados experimentais podem ser diferentes e até contraditórios, já que

se está manipulando um processo bastante organizado, que é a maturação do fruto (AWAD, 1993).

Segundo Hobson (1980), o etileno é o único hormônio claramente envolvido, do início ao fim, com o amadurecimento. Existe um acordo generalizado que o etileno e o ácido abscísico aceleram o amadurecimento e que auxinas, giberelinas e citocininas o retardam. As auxinas podem atuar tanto como inibidoras, quanto como promotoras da biossíntese do etileno.

As auxinas têm sido reportadas como inibidores do amadurecimento (LUDFORD, 1995), pois elas influenciam a formação do etileno (VENDRELL e PALOMER, 1997), o tratamento de pêras com auxina inibiu seu amadurecimento dos mesmos (FRENKEL e DYCK, 1972).

As giberelinas e citocininas podem não retardar todas as reações do amadurecimento dos frutos, sendo que em alguns casos, somente as mudanças na degradação da clorofila e/ou na síntese do licopeno são afetadas (FRENKEL e DYCK, 1972). Elas controlam múltiplos processos durante o ciclo de vida das plantas superiores, dos quais alguns são essenciais para o crescimento e o desenvolvimento normal das mesmas. Elas também têm efeito retardador ao amadurecimento, afetando principalmente as mudanças de cor, uma vez que retardam a perda da clorofila, o acúmulo de carotenóides e o amaciamento da casca (LEOPOLD e KRIEDEMANN, 1975). Segundo Hobson (1980), os principais efeitos das giberelinas estão relacionados com o retardo na perda de clorofila e por isso, são geralmente consideradas como antagonistas do etileno.

Frutos tratados com ácido giberélico (GA) retém sua coloração verde por um tempo maior, pois os tecidos jovens da casca oferecem melhor proteção contra desordens fisiológicas ou patológicas. Em laranjas, o tratamento em pré-colheita com GA, retarda a colheita por semanas, enquanto em bananas, dependendo das concentrações utilizadas, sua aplicação após a colheita, retarda o amadurecimento, mantendo o teor de clorofila da casca, a firmeza do fruto e a baixa taxa respiratória (CHITARRA e CHITARRA, 1990). Este ácido, quando aplicado em pré-colheita, em nectarina, retardou o amadurecimento e o

desenvolvimento da coloração, mas não teve nenhum efeito nos conteúdos de sólidos solúveis totais e acidez titulável (LURIE et al., 1997).

As citocininas ocorrem naturalmente nas plantas, principalmente em frutos jovens. Em tomate, elas se acumulam na semente e regulam a divisão celular dos tecidos. Acredita-se que elas são transportadas para a semente e não produzidas ali, e que a semente controla o seu transporte para as diversas partes do fruto. Essa hipótese se baseia no fato de se encontrar baixos níveis de citocininas em frutos partenocárpicos (GILLASPY et al., 1993). Elas parecem estar mais envolvidas com o processo de desenvolvimento do fruto do que com o amadurecimento, mas podem influenciar na mudança de coloração no começo do amadurecimento, assim como podem modular a velocidade de processos posteriores (HOBSON, 1980).

As mudanças que ocorrem durante o amadurecimento de frutos também podem ser devidas à inibição de enzimas pré-formadas, ou ainda de mudanças na permeabilidade da membrana celular. Estes eventos fisiológicos são mediados por reguladores bioquímicos, como o etileno e o ácido indol acético (AWAD, 1993). Estes eventos também têm sido retardados através de diversas técnicas, como o armazenamento refrigerado (DURIGAN, 1997) e o uso de atmosferas controladas ou modificadas, com baixa concentração de oxigênio e alta de gás carbônico (KADER, 1995).

A modificação gênica, através da introdução de genes específicos que retardam o amadurecimento, como o observado em tomate (HAMILTON et al., 1990) e em melões (MOUGOU et al., 1990), ainda é restrita a alguns produtos.

Conservação pós-colheita

O tratamento pré-colheita com ácido giberélico a 50 ppm, aplicado em frutos de romã da cultivar Manfalouty, na forma de “spray”, seguido de tratamento pós-colheita com cloreto de cálcio a 1%, por imersão, propiciou redução na perda de massa fresca nos frutos (EL-KASSAS et al., 1995).

Segundo Mohammed (1985), o efeito do ácido giberélico depende da cultivar, da forma de aplicação e da concentração. A aplicação exógena não mostrou efeito no tamanho e na massa do fruto, mas pode ser usada para retardar o amadurecimento e induzir a partenocarpia.

O uso do ácido giberélico, em pós-colheita, aumentou a vida útil de mangas, retardando-lhes o amadurecimento, avaliado em termos de coloração, aroma, degradação da clorofila, diminuição no teor de ácido ascórbico e declínio na atividade da α -amilase e da peroxidase (LUDFORD, 1995). Em goiabas, o efeito sobre o amadurecimento foi indicado por redução na taxa de respiração e mudanças de coloração (TEAOTIA et al., 1972) e em “grapefruit” pela retenção da cor verde (MCDONALD et al., 1997).

A senescência em folhas e o amadurecimento de frutos podem ser retardados pelo tratamento com citocininas (LUDFORD, 1995). A aplicação de uma citocinina sintética (CPPU) a 20 ppm, em pré-colheita, em kiwi, induziu um significativo aumento no tamanho do fruto, pois estimulou o crescimento de diferentes tecidos, tanto por alongamento, como por divisão celular (ANTAGNOZZI et al., 1997).

A aplicação, em pós-colheita, de retardadores do amadurecimento em goiaba é pouco estudado, mas Teatitia et al. (1972) relata que o ácido giberélico teve efeito retardador do amadurecimento, pois reduziu a taxa de respiração e de mudanças na coloração. Estudos sobre os efeitos de reguladores poderão permitir novas opções no manuseio pós-colheita desta fruta.

Tingwa e Young (1975) trataram frutos de abacate ‘Fuerte’ com solução de auxina e observaram que o tratamento com auxina a 10 μ M acelerou o amadurecimento e a 1 μ M retardou o amadurecimento em 2,5 dias, quando comparados com o controle.

A aplicação exógena de auxina, na forma de 2,4D, por imersão ou infiltração á vácuo, permitiu a Vendrell observar, em tomate (1985) e banana (1969), que ocorreu um aumento na produção de etileno, mas que também houve um retardo no amadurecimento, sendo que o último efeito prevaleceu, dependendo da distribuição e da concentração da auxina. Segundo Singh e

Weaver (1983), o tratamento de uva com auxina a 50 ppm, 6 semanas após o pegamento do fruto, retardou o seu amadurecimento por 15 dias e não provocou nenhum efeito adverso em sua qualidade. Também há indicações de que o ácido indol acético retarda o início do climatério em bananas (VENDRELL, 1969).

Frenkel e Dyck (1972) avaliaram o efeito da auxina (ácido indol acético) no amadurecimento de pêras (*Pyrus communis*, Var. Bartlett), usando infiltração a vácuo, nas concentrações de 0,01mM, 0,1mM e 1,0 mM em combinação com 0,3 M de manitol. Os frutos foram submersos na solução por 10 minutos, sob vácuo (250, 300, 350, 400, 450 ou 500 mmHg) e depois por 30 minutos sob pressão atmosférica. Eles observaram que a auxina retardou o amolecimento e a respiração, e que seu efeito foi proporcional à concentração de auxina e à pressão utilizada.

Coneglian (1994) avaliou o efeito da refrigeração e do tratamento com fungicida e com alguns reguladores, na fisiologia pós-colheita de mamão 'Solo' e observou que não houve diferença significativa entre os tratamentos com relação à evolução da textura e do teor de vitamina C, quando os frutos foram mantidos sob refrigeração, indicando que sob temperatura controlada os reguladores não interferiram nessas características.

O cálcio é um elemento essencial para a estrutura e funcionamento das membranas e paredes celulares, pois ele se encontra associado às substâncias pécticas da lamela média, de modo geral nas membranas celulares, atuando na manutenção da estrutura das células, dando-lhes resistência. Sua deficiência provoca mudanças acentuadas nas membranas e alterações na arquitetura das mesmas (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

Pathmanaban et al. (1995) avaliaram a conservação pós-colheita de frutos de goiaba tratados por imersão, em solução de CaCl_2 a 4% por 1 hora, embalados em sacos de plástico fundido com CaCl_2 , $15\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, ou com CaCO_3 , $30\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, e armazenados ao ambiente. Observaram que os frutos tratados apresentaram retardo no amadurecimento, no desenvolvimento da coloração e no amaciamento da textura, e vida útil de até 10-12 dias, enquanto os frutos do controle, não tratados, ela foi de 3-4 dias.

O cálcio, quando aplicado em pêssegos, por infiltração a vácuo (21 kPa) e na forma de solução de CaCl_2 a 1%, aumentou a vida útil, porém este tratamento provocou injúrias nos frutos, e por isso não tem sido recomendado comercialmente, para esta fruta (WILLS e MAHENDRA, 1989).

BANTASH e ARASIMOVICH (1989) avaliaram as características pós-colheita do complexo pectina em frutos de macieira. Frutos das cultivares Richard e Jonathan foram tratados com solução aquosa de CaCl_2 a 4% e armazenados ao ambiente, 18-20°C, por 12 dias. A distribuição das substâncias pécticas e o conteúdo de urônídeos e cálcio, na fração pectina dos frutos tratados, mostrou que o cálcio exógeno foi incorporado nas moléculas de protopectina da lamela média e retardou sua hidrólise durante o amadurecimento, inibindo o amolecimento e aumentando a vida útil desta fruta.

Mangas, no ponto de máxima maturação e coloração ainda verde, foram tratadas com soluções aquosas de CaCl_2 a 0%, 2%, 4%, 6% ou 8%, sob pressão de 115 kPa ou 32 kPa, por 2 minutos, que em seguida, foram estocadas em caixas recobertas com filmes de polietileno. Os autores observaram que o cálcio aumentou a vida útil dos frutos tratados (YUEN et al.,1993). Avaliando o efeito do cálcio nesta fruta, Van-Eeden (1992) observou que mangas da cultivar Keitt quando tratadas por infiltração a vácuo com 2%, 4% ou 6% de CaCl_2 e armazenadas a 8 °C ou 11 °C, por 28 dias, antes de serem levadas ao ambiente, 25 °C, por 8 dias, não apresentaram diferença significativa na cor da casca e da polpa, na firmeza e nos teores de sólidos solúveis totais e de acidez total titulável. As taxas de produção de etileno e de respiração foram reduzidas nos frutos tratados, quando comparados com os do controle, que atingiram a senescência antes. Estes resultados mostraram tendência do cálcio em retardar o amadurecimento.

Ferguson e Watkins (1981) relataram que o aumento do cálcio nos espaços livres, dentro do tecido cortical de maçãs, constituiu 80% do total absorvido, indicando que o cálcio foi pouco transportado, através da plasmalema, para dentro das células.

Báez-Sañudo et al. (2000) avaliaram o efeito de diferentes fontes de cálcio em pêssegos, quando aplicadas em pré-colheita e observaram que o cálcio propiciou maior desenvolvimento aos frutos, porém não houve diferença significativa na firmeza dos mesmos e nem correlação entre o conteúdo de cálcio nos frutos e esta firmeza.

Siddiqui e Bangerth (1996) revisaram vários autores e concluíram que o cálcio participa de forma importante da estrutura e da resistência mecânica da parede celular, e que o acúmulo dos cátions Ca^{2+} pode facilitar a ligação entre os polímeros de pectina, particularmente na lamela média, aumentando esta resistência. Esses autores também avaliaram este efeito em maçãs 'Golden Delicious' tratadas por infiltração a vácuo (200 mmHg por 10 minutos), com solução de manitol, contendo 0, 50 e 150 mM de CaCl_2 , e observaram que os frutos tratados com 150 mM mantiveram a firmeza durante todo o período de estocagem (100 dias) e que nos tratados com 50 mM essa manutenção foi de apenas 25 dias.

Segundo o revisado por Durigan (1997), este elemento controla o processo de desintegração da mitocôndria, do retículo endoplasmático e da membrana citoplasmática, reduzindo a taxa respiratória. Sua aplicação exógena contribui para aumentar a vida pós-colheita de muitas frutas.

Gonzaga Neto et al. (1999) avaliaram a conservação pós-colheita de goiabas 'Paluma' utilizando imersão dos frutos em solução de cloreto de cálcio, embalagens e armazenamento sob condições refrigeradas. Verificaram que estas apresentaram vida de prateleira de até 16 dias, que o cálcio não apresentou efeito significativo na conservação das mesmas, e que a embalagem (saco plástico transparente), sob armazenamento refrigerado (10°C e 90% UR), foi a melhor condição de armazenamento.

A eficiência de diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0, 4, 5 ou 6%) e de tempos de imersão (5, 10, 20 ou 30 minutos) em goiabas 'Kumagai' foi avaliada por Carvalho et al. (1998). Estes autores observaram que o cloreto de cálcio 4% e imersão por 5 minutos foi o tratamento mais eficiente em manter a aparência comercial dos frutos por até 28 dias sob refrigeração.

Joyce et al. (2001) avaliaram o efeito do cloreto de cálcio a 4%, quando aplicado por infiltração a -33 kPa em mangas, verificando que não houve efeito positivo na ampliação da vida de prateleira dos frutos, pois a perda de massa fresca, coloração e firmeza foi similar em todos os frutos, tratados ou não. Não se observou aumento na concentração de cálcio na polpa dos frutos tratados.

Neves et al. (2000) aplicaram diferentes doses de cloreto de cálcio (0, 1, 2, 3, e 4%), por imersão, em caquis 'Ushida'. Os frutos depois de tratados foram armazenados em câmara fria e analisados física e quimicamente. Estes autores observaram que as diferentes concentrações de cloreto de cálcio não influenciaram na perda de massa fresca e no amolecimento dos frutos, pois não observaram diferenças significativas na firmeza até o 12º dia de armazenamento. Os resultados obtidos não permitiram que se afirmasse, conclusivamente, qual a dose de cloreto de cálcio que deve ser aplicada com o objetivo de se ampliar a vida útil desta fruta.

O amolecimento, durante o amadurecimento, também pode ser retardado com o uso de baixas temperaturas e armazenamento em atmosfera controlada e/ou modificada (KADER, 1995).

Jeong et al. (2002) avaliaram a conservação pós-colheita de abacates 'Simmonds', tratados com duas concentrações de 1-metilciclopropeno (1-MCP) ($0,09$ e $0,45$ $\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$) e três tempos de exposição (6, 12 e 24 h), a 20 °C. Os frutos foram armazenados a 20 °C, em ambiente livre de etileno, com avaliação do amadurecimento, da firmeza, da perda de massa fresca, da respiração, da produção de C_2H_4 , da cor da casca e da atividade das enzimas de parede celular. O tratamento com 1-MCP a $0,45$ $\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$, por 24 h, a 20 °C retardou o amadurecimento do abacate em 4 dias. Isto foi caracterizado por uma redução significativa no amolecimento e no nível do etileno, assim como mostrou menor perda de massa fresca e maior retenção da cor verde, na fase totalmente madura. O amadurecimento do abacate foi influenciado pela concentração do 1-MCP, assim como pela duração e temperatura de exposição. Ele afetou a atividade de todas as enzimas da parede celular e suprimiu aumentos na atividade da poligalacturonase (PG).

O amadurecimento de tomates “verdes” foi retardado pela exposição dos frutos ao 1-MCP na concentração 0,1–100,0 $\mu\text{L.L}^{-1}$, e este retardo no amadurecimento relacionou-se diretamente com a concentração de 1-MCP e com o tempo de exposição. Exposição a 5 $\mu\text{L.L}^{-1}$ de 1-MCP por 1 h, foi considerado um tratamento comercial potencial. Frutos tratados com 1-MCP apresentaram redução no teor de acidez total titulável durante o amadurecimento e menor conteúdo de sólidos solúveis totais (WILLS e KU, 2002)

Jiang et al. (1999) testaram o efeito do 1-MCP na concentração de 0,01 - 1,0 ml. L^{-1} , aplicado durante 24 horas, em combinação com embalagens em filme de polietileno, no amadurecimento de banana. Frutos tratados tiveram retenção da cor verde da casca, retardo no amolecimento, e redução na respiração e na evolução do etileno. O retardo no amadurecimento mostrou-se diretamente proporcional às concentrações. Frutos tratados com 1-MCP a 0,5 ou 1,0 ml.L^{-1} e embalados em sacos de polietileno com 0,03 mm de espessura, apresentaram maior vida pós-colheita, cerca de 58 dias. Os conteúdos de C_2H_4 e de CO_2 dentro das embalagens, confirmaram o efeito do 1-MCP, em suprimir a evolução do etileno e a respiração.

Os frutos podem ter a respiração e, conseqüentemente, suas transformações bioquímicas controladas através da temperatura, uma vez que obedecem a lei de Van't Hoff (CASTRO e SIGRIST, 1988). Frutas tropicais, como a goiaba, também podem ter a vida útil aumentada com o uso da refrigeração, mas têm elevada sensibilidade ao frio, o que pode levar a várias alterações indesejáveis, como modificação na taxa de respiração e de liberação do etileno, escurecimento da casca e/ou polpa, incapacidade para amadurecimento normal, menor resistência ao ataque microbiano e perda do aroma e sabor característicos, quando se utiliza temperaturas abaixo de 10°C (PANTÁSTICO, 1975).

Para a conservação desta fruta tem-se utilizado da associação entre embalagens e refrigeração, o que pode proporcionar um acréscimo na vida pós-colheita dos mesmos (DURIGAN, 1997).

Pivetta et al. (1992) avaliaram o comportamento pós-colheita de goiabas das cultivares Rica e Paluma, em diferentes estádios de maturação, sob

condições de ambiente (29°C; 70%UR) e constataram que os frutos de ambas as cultivares tiveram uma vida útil de 4 dias, quando colhidas no estágio "de vez" ou maduro, e de 7 dias, quando "verdes". Oliveira e Cereda (1997) observaram que goiabas armazenadas em condições de ambiente, apresentaram-se com condições para consumo até o 6º dia.

Segundo Durigan (1997), a temperatura mínima e o tempo de refrigeração para goiabas variam com a cultivar e o estágio de maturação e tem-se recomendado temperaturas entre 8°C e 10°C e umidade relativa de 85-90%, para conservá-las por até quatro semanas. Rodriguez e Borys (1983) também relataram que as temperaturas mais adequadas para a conservação desta fruta situam-se na faixa de 7°C a 10°C.

Bleinroth (1986) relatou que o armazenamento a 7-10°C e 85-90 % de umidade relativa é possível, durante 2 - 3 semanas, e que a 0-3°C ocorre injúria pelo frio (*chilling injury*). Castro e Sigrist (1988) relataram que frutos de goiabeira, após quatro dias de armazenamento a 0°C, perderam a coloração verde intensa, tornando-se opacos e que depois deste período, quando foram transferidos para o ambiente (20°C), apresentaram áreas com coloração irregular e verde-parda na casca e endocarpo ligeiramente escurecido.

Conforme explica Chitarra e Chitarra (1990), a refrigeração é o método mais econômico para o armazenamento prolongado de frutas e hortaliças *in natura* e métodos, como a atmosfera modificada ou controlada e o uso de ceras na superfície dos produtos, entre outros, são coadjuvantes deste método.

Gaspar et al.(1996) armazenaram frutos de goiaba da variedade Kumagai em filme de cloreto de polivinila (PVC) ou de polietileno de baixa densidade (PEBD), a 8°C, por 2 ou 3 semanas e detectaram perda de massa fresca, da textura e dos conteúdos de clorofila, acidez titulável e sólidos solúveis totais, assim como, a ocorrência da injúria pelo frio e de doenças. Observaram que os frutos estocados por 2 semanas, a 8°C, apresentaram menor taxa de amadurecimento e melhor aparência.

Khedkar et al. (1984) também reportaram que a vida útil de goiabas armazenadas a temperatura ambiente pode ser aumentada, com a proteção das

mesmas com filmes de polietileno. Estes frutos perderam menos peso, conservaram o teor de polpa e de vitamina C, assim como apresentaram ótima qualidade organoléptica e ausência de mudanças adversas. Bhullar e Farmahan (1980) encontraram que frutos armazenados em sacos de polietileno perfurados tiveram sua vida útil prolongada em 5 dias e a perda de peso reduzida. Os teores de acidez titulável e de vitamina C decresceram durante e com o aumento do período de armazenamento.

Onwuzulu e Ranganna (1995) armazenaram goiabas em bandejas plásticas envolvidas com filmes de polietileno de baixa densidade, a 28°C, durante 12 dias. Durante este período, os frutos produziram uma atmosfera interna contendo 4% de O₂ e 5% de CO₂. Esta concentração de CO₂, considerada alta, foi efetiva em retardar o desenvolvimento da coloração sem interferir no processo de amadurecimento.

Lima e Durigan (2000) associaram o armazenamento refrigerado de goiabas 'Pedro Sato' a diferentes tipos de embalagens. Os frutos foram acondicionados em sacos de polietileno com 5% e 10% da superfície perfurada, e em bandejas de isopor recobertas com filmes de PVC. O armazenamento ocorreu a 10°C por 7 ou 13 dias, quando as frutas eram transferidas para condições de ambiente (22°C). A associação entre a bandeja de isopor e o filme de PVC mostrou-se mais eficiente que o saco perfurado, na manutenção da aparência e no retardo da perda de massa. A evolução da coloração e da textura, assim como os teores de sólidos solúveis totais, acidez titulável e vitamina C, não foram afetados pelas diferentes situações. Usando-se somente a refrigeração, os frutos se apresentaram livres de doenças e com boa aparência durante 9 dias, mesmo quando levados ao ambiente, no 7º dia. Para os sacos plásticos perfurados, mantidos sob refrigeração, este período foi de 11 a 13 dias, reduzindo-se para 9 dias quando levados ao ambiente no 7º dia. Os frutos embalados em bandejas de PVC mantiveram seu valor comercial por apenas 9 dias sob refrigeração, devido ao aparecimento de podridões que se instalaram, pela alta umidade relativa no interior da embalagem.

Objetivo

A goiaba apresenta pequena vida útil após a colheita, com rápido amolecimento, perda da cor verde e incidência de podridões, o que deprecia a qualidade deste fruto. Este trabalho foi planejado para se testar os efeitos do ácido giberélico, do ácido indol-3-acético, da 6-benzilaminopurina a 100 mg.L⁻¹ e a 200 mg.L⁻¹, do CaCl₂ a 1% e a 2% e do 1-metilciclopropeno a 240 ppb, associados a diferentes embalagens e refrigeração na conservação pós-colheita de goiabas.

Referências Bibliográficas

ABDI, N., McGLASSON, W.B., HOLFORD, P., WILLIAMS, M, MIZRAHI, Y. Responses of climacteric and suppressed-climacteric plums to treatment with propylene and 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**, The Netherlands, v.14, p.29-39, 1998.

AGRIANUAL 2002. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2002. p.364-367.

ANTOGNOZZI, E., FAMIANI, F., PROIETTI, P. Treatments on fruit anatomical structure and quality in *Acnidia deliciosa*. **Acta Horticulturae**, Thessaloniki. v.1 n.444, p.459-465. 1997.

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

BÁEZ-SAÑUDO, R., TRONCOSO-ROJAS, R., BRINGAS-TADDEI, E., OJEDA-CONTRERAS, J. Efectos de diferentes fuentes de calcio en melocotones (*Prunus pérsica* L. Batsch). In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE TECNOLOGIA POSTCOSECHA Y AGROEXPORTACIONES, 2. 2000, Bogotá. **Memorias...**Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2000. p.63-77.

BANTASH, V. G., ARASIMOVICH, V. V. Characteristics of the pectin complex in apple fruits treated with calcium chloride. **IzvestiGA Akademi Nauk Moldavskoi**, Russian, n.5, p.23-26, 1989. In: CAB Abstracts, 1992. CR-ROM.

BLEINROTH, E. W. Recomendações para armazenamento. **Toda Fruta**, São Paulo, v.1, n.5, 1986. p.34-37.

BRADY, C. J. Fruit ripening. **Annual Review of Plant Physiology**, California, v.38, p.155-177. 1987.

BROWN, B. I., WILLS, R. B. H. Post-harvest changes in guava fruit of different maturity. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.19, n.3-4, 1983. p.237-243.

BHULLAR, W. S., FARMAHAN, H. L. Studies on the ripening and storage behaviour of 'Safeda' guava (*Psidium guajava* L.). **Indian Food Packer**, Calcutta, v.34, n.4, p.5, 1980.

CARVALHO, H. A. de, CHITARRA, M. I. F., CHITARRA, A. B. Eficência da concentração de cloreto de cálcio e do tempo de imersão no tratamento pós-colheita de goiaba de polpa branca cv. Kumagai. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Crus das Almas, v. 20, nº3 , p.375-381, 1998.

CARVALHO, V. D. Qualidade e conservação pós-colheita de goiabas. **Informe Agropécuário**, Minas Gerais, v.17, n.179, 1994. p.48-54.

CASTRO, J. V. de, SIGRIST, J. M. M. Matéria-prima. In: ITAL, **Goiaba**, 2.ed. Campinas: ITAL, p.121-140, 1988.(Serie frutas tropicais, 6)

CHITARRA, M. I. F, CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças - fisiologia e manuseio**. Lavras-MG: FAEP, 1990. 230p.

CONEGLIAN, R. C. C. **Efeitos da refrigeração, fungicida e de alguns reguladores, na fisiologia pós-colheita de mamão (*Carica papaya* L.) cv Solo**. Botucatu: IB-UNESP,1994. 142f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas)

DURIGAN, J. F. Colheita, conservação e embalagens. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA GOIABEIRA, 1, 1997, Jaboticabal. **Anais...**Jaboticabal: FUNEP, 1997, p.152-154.

EL-KASSAS, E. S., MAHMOUD, M. H., EL-SALHY, A. M., MOHAMED, S. A. Effect of GA3 and calcium treatments on the keeping quality and storability of Manfalouty pomegranate fruits. **Assiut Journal of Agricultural Science**, v.26, n.4, p.217-230, 1995.

FERGUSON, I. B., WATKINS, C. B. Ion relations of apple fruit tissue during fruit development and ripening. **Australian Journal of Plant Physiology**, East Melbourne, v.8, p.259-266, 1981.

FORGATY, W. M., WARD, O. P. Pectic substances and pectinolytic enzymes. **Process Biochemistry**, Rickmanworth, p.13-17, 1972.

FRENKEL, C., DYCK, R. Auxin inhibition of ripening in Bartlett pears. **Plant Physiology**, Rockville, n.51, p.6-9, 1972.

GASPAR, J.W., COUTO, F.A.A., SALOMÃO, L.C.C., FINGER, F.L., CARDOSO, A.A. Effect of low temperature and plastic films on post-harvest life of guava (*Psidium guajava* L.) **Acta Horticulturae**, Curitiba, v.452, p.107-114, 1996.

GILLASPY, G., BEM-DAVID, H., GRUISSEM, W. Fruits: A development perspective. **The Plant Cell**, California, v.5, p.1439-1451, 1993.

GOLDING, J.B., SHEARER, D., WYLLIE, S.G., McGLASSON, W.B. Application of 1-MCP and propylene to identify ethylene-dependent ripening processes in mature banana fruit. **Postharvest Biology and Technology**, The Netherlands, v.14, p.87-98, 1998.

GONZAGA NETO, L., CRISTO, A. S., CHOUDHURY, M. M. Conservação pós-colheita de frutos de goiabeira, variedade Paluma. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n.1, p.1-6, 1999.

GRANGE, R. I. Crecimiento del fruto. In: AZCON-BIETO, T. **Fisiología y Bioquímica Vegetal**, New York: McGraw-Hill, p.449-461. 1993.

HAMILTON, A. J., LYCETT, G. W., GRIERSON, D. Antisense gene that inhibits synthesis of the hormone ethylene in transgenic plants. **Nature**, Ottawa, n.346, 1990. p.284-287.

HOBSON, G.E. Effect of the introduction of non-ripening mutant genes on the composition and enzyme content of tomato fruit. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, n.31, p.578-584, 1980.

HUYSAMER, M., GREVE, L. C., LABAVITCH, J. M. Cell wall metabolism in ripening fruit. **Plant Physiology**, Rockville, v.114, n. 4, p.1523-1531, 1997.

JEONG, J., HUBER, D. J., SARGENT, S. A. Influence of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on ripening and cell-wall matrix polysaccharides of avocado (*Persea americana*) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 25, p.241–256, 2002.

JIANG, Y. , JOYCE, 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**. v.16 , p.187–193, 1999.

JOYCE, D. C., SHORTER, A. J., HOCKINGS, P. D. Mango fruit calcium levels and the effect of postharvest calcium infiltration at different maturities. **Scientia Horticulturae**, v.91, p.81-99, 2001.

KADER, A. A. Regulation of fruit physiology by controlled/modified atmospheres. **Acta Horticulturae**, Kioto, n.398, p.139-146, 1995.

KHEDKAR, D. M., ANSARWADKAR, K. W., DABHADE, R. S., BALLAL, A. L. Extension of storage life of guava (var. I-49). **Indian Food Packer**, Calcutta, v.35, n.2, p.49, 1984.

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

LEOPOLD, A. C., KRIEDEMANN, P. E. **Plant grow and development**. New York: McGraw Hill, 1975. 535p.

LIMA, M. A., DURIGAN, J. F. Conservação de goiabas 'Pedro Sato' associando-se refrigeração com diferentes embalagens plásticas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n.2, p.232-235, 2000.

LUDFORD, P. L. Postharvest hormone changes in vegetables and fruits. In: DAVIES, P. J. (ed.). **Plant hormones**. The Netherlands: Kluwer Ac. Pub., p.725-750, 1995.

LURIE, S., BEM-AIRE, R., ZILKAH, S. The ripening and storage quality of nectarine fruits in response to preharvest application of gibberellic acid. **Acta Horticulturae**, Valencia, n.463, p.341-347, 1997.

McDONALD, R. E., GREANY, P. D., SHAW, P.E., McCOLLUM, T. G. Preharvest applications of gibberellic acid delay senescence of Florida grapefruit. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v.72, n. 3, p.461-468, 1997.

MOHAMMED, S. Effects of gibberellin on fruit of date palm: a review. **Principes**, Lawrence, v.29, n.1, p.23-30, 1985.

MOUGOU, A., VERLODT, H., MUYNCK, B. Influence of different pruning systems on eatliness and yield performances of muskmelon under plastic greenhouses. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 287, p.241-246, 1990.

NEVES, L. C., CIA, P., RODRIGUES, A. C., VIEITES, R. L. Aplicação de cloreto de cálcio na conservação pós-colheita do caqui var. Ushida (*Diospyros kaki* L.), armazenado sob refrigeração. **Revista Científica Rural**, v. 5, n.2, p.96-103, 2000.

OLIVEIRA, M.A., CEREDA, M.P. Caracterização física e química dos frutos de goiabeira variedade Branca Kumagai em pós-colheita armazenados à temperatura ambiente. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA GOIABEIRA, 1,

Jaboticabal, FCAVJ/UNESP-FUNEP-GOIABRAS, 1997. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP. 1997. p. 178.

ONWUZULU, O.C., RANGANNA, S. Modified atmosphere storage of ripening tomatoes: effect on quality and metabolism of 1-4C glucose and 1-4C-acetate. **Tropical Science**, London, v.3, n. 35, p.251-258, 1995.

PANTÁSTICO, E. B. **Postharvest of tropical and subtropical fruits and vegetables**. Connecticut, USA: The AVI Pub. Co., 1975, 560p.

PATHMANABAN, G., NAGARAJAN, M., MANIAN, K., ANNAMALAINATHAN, K. Effect of fused calcium salts on post harvest preservation in fruits. **Madras Agricultural Journal**, Coimbatore, v.82, n.1, p.47-50, 1995.

PIVETTA, K. F. L., DURIGAN, J. F., PEREIRA, F. M. Avaliação da conservação pós-colheita, em condições ambientais, de frutos de goiabeira (*Psidium guajava* L.) colhidos em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.14, n. 3, p. 237-239, 1992.

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

REYES, F. G. R., MARIN, S. M., BOLAÑOS, M. A. Determinação de pectina na goiaba. **Revista Brasileira de Tecnologia**, Campinas, v.7, p.313-315, 1976.

RODRIGUEZ, L. E. A., BORYS, N. W. El cultivo del guayabo *Psidium guajava* L. **Revista Chapingo**, Chapingo, v.8, n.41, p.41-45, 1983.

ROSE, J. K. C., HADFIELD, K. A., LABAVITCH, J. M., BENNETT, A. B. Temporal sequence of cell wall disassembly in rapidly ripening melon fruit. **Plant Physiology**, Rockville, v. 117, n. 2, p. 345-361, 1998.

SALUNKHE, D. H., DESAI, B. B. **Postharvest biotechnology of fruits**, vol II, Florida: CRC Press, 1984, 147p.

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

SIDDIQUI, S., BANGERTH, F. The effect of calcium infiltration on structural changes in cell walls of stored apples. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v.5, n.71, p.703-708, 1996.

SINGH, S., WEAVER, R. J. Effect of timing of benzothiazole-2-oxyacetic acid on ripening of 'Tokay' grapes. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, Nova Delhi, v.53, n.12, p.1031-1034, 1983.

TEAOTIA, S. S., TRIPATH, C. S., SINGH, R. N. Effect of growth substances on ripening and quality of guava (*Psidium guajava* L.). **Journal of Food Science and Technology**, Chicago, n.9, p.38, 1972.

THAKUR, B. R., RSINGH, R. K., HANDA, A. K. Chemistry and uses of pectin - A review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, n.37, v.1, p.47-73, 1997.

TINGWA, P. O., YOUNG, R. E. The effect of indole-3-acetic acid and other growth regulators on the ripening of avocado fruits. **Plant Physiology**, Rockville, v. 55, n.1, p. 937-940, 1975.

YANG, S. F., HOFFMAN, N. E. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. **Annual Review of Plant Physiology**, California, n.35, p.155-189, 1984.

YUEN, C. M. C., TAN, S. C. , JOYCE, D., CHETTRI, T. Effect of postharvest calcium and polymeric films on ripening and peel injury in 'Kensington Pride' mango. **ASEAN Food Journal**, Kuala Lumpur, v.8, n.3, 110-113p. 1993.

WILLS, R. B. H., MAHENDRA, M. S. Effect of postharvest application of calcium on ripening of peach. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, East Melbourne, v.29, n.5, p.751-753, 1989.

WILLS, R. B. H., MULHOLLAND, E. E., BROWN, B. I. Storage of two new cultivares of guava fruit for processing. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v.60, n.3, p.175-178, 1983.

WILLS, R.B.H., KU, V.V.V. Use of 1-MCP to extend the time to ripen of green tomatoes and postharvest life of ripe tomatoes. **Postharvest Biology and Technology**, The Netherlands, 2002. www.probe.br (Acesso em 12/04/02)

VAN-EEDEN S. J. Calcium infiltration as a possible postharvest treatment to increase storage potential of mango fruit. **Yearbook South African Mango Growers Association**, South Africa, v.12, p.26-27,1992. In: **CAB Abstracts**, 1992. CD-ROM.

VASQUEZ-OCHOA, R. I., COLINAS-LEON, M. T. Changes in guavas of three maturity stages in response to temperature and relative humidity. **HortScience**, México, v.25, n.1, 1990. p.86-87.

VENDRELL, M. Reversion of senescence: effect of 2,4-dichlorophenoxy-acetic acid and indoleacetic acid on respiration, ethylene production and ripening of banana fruit slices, **Australian Journal of Biological Science**, Melbourne, v.22, n. 3, p.601-610, 1969.

VENDRELL, M. Dual effect of 2,4-D on ethylene production and ripening of tomato fruit tissue. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.64, n.4, p.559-563, 1985.

VENDRELL, M., PALOMER, X. Hormonal control of fruit ripening in climacteric fruits. **Acta Horticulturae**, Valencia, n.444, p.325-334, 1997.

CAPÍTULO 2

REGULADORES VEGETAIS E CÁLCIO NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE GOIABAS 'PALUMA'

RESUMO: Avaliaram-se os efeitos da aplicação por infiltração a vácuo (500 mmHg.20 minutos⁻¹) de soluções de ácido giberélico (GA3), 6-benzilaminopurina (6-BAP) ou ácido indol-3-acético (IAA) a 100 e 200 mg L⁻¹ e de CaCl₂ a 1% e 2%, na conservação pós-colheita de goiabas 'Paluma'. Os frutos tratados foram armazenados ao ambiente (21,6°C, 73,4% UR) e analisados, periodicamente, física e quimicamente. Os tratamentos com cloreto de cálcio a 1% ou 2% foram os melhores na conservação destas goiabas, pois propiciou-lhes vida útil comercial de 7 dias, o que corresponde a aumento de um dia na vida de prateleira, quando comparados com os demais tratamentos. Os tratamentos utilizados não apresentaram efeitos significativos na evolução da coloração e da firmeza dos frutos, durante o amadurecimento.

Palavras-chave: auxina, citocinina, giberelina, cálcio, armazenamento.

Introdução

A goiaba tem pequena vida útil pós-colheita, ou seja, de apenas 3 dias, quando mantida em ambiente a 25-30°C (DURIGAN, 1997). Os principais fatores depreciadores de sua qualidade, na pós-colheita, são a rápida perda da coloração verde da casca, o amolecimento, a incidência de podridões, o murchamento e a perda de brilho (JACOMINO et al., 2001).

Siddiqui e Bangerth (1996) citam que o cálcio participa de forma importante da estrutura e da resistência mecânica da parede celular, facilitando ligações entre os polímeros de pectina da lamela média, o que aumenta esta resistência (CHITARRA e CHITARRA, 1990). Este elemento também controla o processo de desintegração da mitocôndria, do retículo endoplasmático e da membrana citoplasmática, reduzindo a taxa respiratória. Sua aplicação exógena pode contribuir para aumentar a vida pós-colheita de muitas frutas, segundo o revisado por Durigan (1997).

Brady (1987) relata que o amolecimento faz parte do amadurecimento de quase todos os frutos e tem uma enorme importância comercial, pois quando acontece muito rapidamente limita a vida pós-colheita dos mesmos, facilitando o aumento de injúrias mecânicas durante o manuseio e aumentando a susceptibilidade a doenças. Normalmente, o amolecimento é acompanhado de aumento na concentração de pectina solúvel. Vasquez-Ochoa e Colinas-Leon (1990) observaram, em goiabas, que a textura diminui com o amadurecimento, evoluindo de 25,0 N no fruto "de vez" para 5,0 N no "muito maduro".

Pathmanaban et al. (1995) observaram que frutos de goiaba, tratados por imersão em solução de CaCl_2 a 4%, por 1 hora e embalados em sacos plásticos contendo CaCl_2 na estrutura, quando armazenados ao ambiente, apresentaram retardo no amadurecimento, no desenvolvimento da coloração e na perda de firmeza.

O etileno e o ácido abscísico são tidos como promotores do amadurecimento em frutos, enquanto as giberelinas, as auxinas, as citocininas e os íons cálcio, como inibidores (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

A aplicação de auxina a frutos, na forma de 2,4D, por imersão ou infiltração a vácuo, permitiu a Vendrell observar, em tomate (1985) e em banana (1969), que ocorreu um aumento na produção de etileno, mas que também houve um retardo no amadurecimento, e que este último efeito prevaleceu, dependendo da distribuição e da concentração da auxina.

Teotia et al. (1972) relataram que o ácido giberélico, quando aplicado em pós-colheita, teve efeito retardador no amadurecimento de goiabas, reduzindo-lhes a taxa de respiração e as mudanças na coloração.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a ação de reguladores do amadurecimento (giberelinas, auxinas e citocininas) e do cálcio, na vida útil de goiabas recém-colhidas.

Material e Métodos

Utilizaram-se frutos “de vez”, o que corresponde à coloração verde mate (Pereira, 1995), colhidos em outubro de 1999, pela manhã, em Vista Alegre do Alto-SP e imediatamente transportados ao Laboratório de Tecnologia dos Produtos Agrícolas da UNESP – Jaboticabal, SP. Os tratamentos aplicados foram veiculados em solução de manitol a 300mM, contendo os reguladores, ácido giberélico (GA_3), ácido indol-3-acético (IAA), 6-benzilaminopurina (6-BAP) a 100 $mg.L^{-1}$ e 200 $mg.L^{-1}$ ou $CaCl_2$ a 1% e 2%.

Utilizaram-se 64 frutos por tratamento, divididos em 16 lotes, contendo 4 frutos cada. Os frutos foram tratados com as diferentes soluções, por 20 minutos, sob condição de vácuo (500 mmHg), conforme o sugerido por Frenkel et al. (1969). Estes frutos tinham a sua massa fresca determinada antes e depois de tratados, e pela diferença entre estas massas tinha-se a quantidade da solução absorvida. A solução e os frutos eram mantidos em dessecador, o qual tinha acoplado, em sua tampa, uma bomba de vácuo. (Anexo 1-foto 1)

Após receberem os tratamentos, os frutos foram armazenados ao ambiente ($21,6^{\circ}C$, 73,4% UR) e analisados periodicamente quanto as suas características físicas e químicas. Os 16 lotes que integravam cada tratamento, foram assim distribuídos: 4 para avaliações físicas e denominados controle e 12 para serem amostrados, a cada 2 dias, com 2 repetições e analisados física e quimicamente.

Os frutos do controle eram avaliados diariamente, quanto à perda de massa fresca, aparência, presença de podridões e taxa respiratória. A aparência foi avaliada, segundo uma escala de pontos, onde: 1=ótimo, 3= comercialmente aceitável e 5=totalmente murcho, tendo-se como limite para uso comercial a nota 3,0. A presença de podridões foi relatada pela porcentagem de frutos doentes em relação ao total de frutos avaliados, através de observação visual e identificação dos patógenos no Laboratório de Fitopatologia da UNESP - Jaboticabal, SP. Esta identificação foi feita através de observação das estruturas do agente em microscópio óptico comum e comparação destas com o apresentado por Barnett e Hunter (1972). A taxa respiratória foi medida mantendo-se os frutos em recipiente

hermeticamente fechado durante uma hora, do qual retiraram alíquotas de 0,3 mL de ar, antes e depois deste tempo, nas quais se determinou o conteúdo de CO₂ utilizando-se Cromatógrafo Finnigan 9001.

Os frutos amostrados eram avaliados quanto a coloração e firmeza, e depois triturados, embalados em sacos plásticos e estocados a -18°C, para posterior determinação dos teores de ácido ascórbico, sólidos solúveis totais, acidez total titulável e pH, segundo metodologia da AOAC (1997). Os teores de pectina total e solúvel foram determinados em extrato obtido conforme a metodologia de McCready e McComb (1952), usando-se técnica adaptada de Blumenkrantz e Asboe-Hansen (1973), e os de açúcares solúveis segundo Dubois et al. (1956).

A coloração foi determinada utilizando-se um reflectômetro Minolta Croma Meter CR-200b, o que permitiu relata-la através do ângulo hue ou de cor. A firmeza foi determinada utilizando-se penetrômetro Bishop mod. FT 327 com ponteira de 8 mm, através de leituras, nas laterais opostas dos frutos.

A evolução da massa fresca foi analisada estatisticamente, através de regressão polinomial (GOMES, 1977) e as equações de primeiro grau comparadas quanto ao paralelismo através do teste t, conforme o proposto por Neter et al. (1978), utilizando-se o programa RECOM. A análise dos demais dados foi feita utilizando-se um delineamento inteiramente casualizado, com 2 repetições, através de um esquema fatorial 10x5 (10 tratamentos e 5 datas de análise).

Resultados e Discussão

A massa fresca dos frutos, durante o período de armazenamento, decresceu de maneira constante e significativa em todos os tratamentos. Os frutos submetidos ao tratamento com CaCl₂ a 2% apresentaram a menor perda, enquanto os submetidos ao 6-BAP a 200mg.L⁻¹ apresentaram as maiores (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Equações de regressão, representativas da evolução da massa fresca, em função do tempo de armazenamento (9 dias) ao ambiente (21,6 °C; 73,4% UR), de goiabas 'Paluma' submetidas a diferentes tratamentos.

Tratamentos	Y = A – BX ^b	R
Testemunha	Y = 101,7881-2,0852X	-0,9959**
Manitol	Y=100,8300-2,1360X	-0,9898**
CaCl ₂ 1%	Y=101,5846-2,0050X	-0,9960**
CaCl ₂ 2%	Y=101,3439-1,7937X	-0,9968**
GA ₃ 100 mg.L ⁻¹	Y=101,3867-1,9347X	-0,9974**
GA ₃ 200 mg.L ⁻¹	Y=101,6664-2,2402X	-0,9964**
6-BAP 100 mg.L ⁻¹	Y=101,9850-2,0610X	-0,9980**
6-BAP 200 mg.L ⁻¹	Y=104,4369-3,1478X	-0,9908**
IAA 100 mg.L ⁻¹	Y=101,5642-2,1622X	-0,9935**
IAA 200 mg.L ⁻¹	Y=101,6072-2,1617X	-0,9935**

^aY=massa do fruto (g) e X=dias de armazenamento

ns=não significativo; **=significativo a 1% de probabilidade.

Tabela 2. Teste de paralelismo entre as retas estabelecidas pela relação da evolução da massa fresca, em função do tempo de armazenamento, de goiabas 'Paluma', submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas sob condições de ambiente (21,6 °C; 73,4% UR).

Tratamento	Paralelismo	Tratamento	Paralelismo
Testemunha X CaCl ₂ 2%	3,37**	CaCl ₂ 2% X 6-BAP00mg.L ⁻¹ 2	7,98**
Testemunha X 6-BAP 200mg.L ⁻¹	5,99**	CaCl ₂ 2% x IAA100mg.L ⁻¹	3,51**
Manitol X CaCl ₂ 2%	2,76*	CaCl ₂ 2% x IAA200mg.L ⁻¹	3,50**
Manitol X 6-BAP 200mg.L ⁻¹	5,07**	GA ₃ 100mg.L ⁻¹ x GA ₃ 200mg.L ⁻¹	3,44**
CaCl ₂ 1% x CaCl ₂ 2%	2,56*	GA ₃ 100mg.L ⁻¹ x 6-BAP 200mg.L ⁻¹	7,11**
CaCl ₂ 1% x GA ₃ 200mg.L ⁻¹	2,39*	GA ₃ 200mg.L ⁻¹ x 6-BAP 200mg.L ⁻¹	5,12**
CaCl ₂ 1% x Citocinina 200mg.L ⁻¹	6,50**	6-BAP 100mg.L ⁻¹ x 6-BAP 200mg.L ⁻¹	6,40**
CaCl ₂ 2% x GA ₃ 200mg.L ⁻¹	5,10**	6-BAP 200mg.L ⁻¹ X IAA 100mg.L ⁻¹	5,26**
Ca Cl ₂ 2% x 6-BAP 200mg.L ⁻¹	3,78**	6-BAP 200mg.L ⁻¹ X IAA 200mg.L ⁻¹	5,26**

*= significativo a 5% de probabilidade e **= a 1% de probabilidade.

Obs: As outras comparações não se mostraram significativamente diferentes.

A vida útil das goiabas submetidas aos tratamentos CaCl₂ a 1% e a 2% foi de 7 dias (nota 3) enquanto para as submetidas aos demais tratamentos foi de 6 dias, o que indica que o cloreto de cálcio ajudou na manutenção da qualidade aparente dos frutos. Esse efeito também foi observado por CARVALHO et al (1998) para goiabas 'Kumagai'. Neste período, não se observou o aparecimento

de doenças, que só surgiram no 8º dia, nos frutos submetidos ao tratamento IAA 200 mg.L⁻¹, e no 9º dia, nos do GA₃ 200 mg.L⁻¹ (Tabela 3). Nestas datas os frutos apresentavam-se senescentes e o aparecimento de doenças relacionado com o amolecimento, devido ao processo natural de envelhecimento. A análise dos frutos doentes indicou que a doença incidente era a antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum* sp.

Tabela 3. Evolução da aparência e da porcentagem de podridões em frutos de goiaba 'Paluma', submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob condições de ambiente (21,6°C; 73,4% UR).

Tratamento		Tempo (dia)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Testemunha	Do ¹	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ap. ²	1,0	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	4,0	4,5	5,0
Manitol	Do	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ap.	1,0	2,0	2,0	2,5	3,0	3,0	4,5	4,8	5,0
CaCl ₂ 1%	Do	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ap.	1,0	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0	3,5	4,0
CaCl 2%	Do	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ap.	1,0	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0	3,5	4,0
GA ₃ 100 mg.L ⁻¹	Do	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ap.	1,0	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	4,0	4,0	5,0
GA ₃ 200 mg.L ⁻¹	Do	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2
	Ap.	1,0	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	4,0	5,0	5,0
6-BAP 100 mg.L ⁻¹	Do	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ap.	1,0	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	4,0	5,0	5,0
6-BAP 200 mg.L ⁻¹	Do	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ap.	1,0	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	4,0	5,0	5,0
IAA 100 mg.L ⁻¹	Do	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ap.	1,0	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	4,5	4,8	5,0
IAA 200 mg.L ⁻¹	Do	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,25	6,2
	Ap.	1,0	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	4,5	5,0	5,0

¹Do=doença (% de frutos com sintomas entre os 16 frutos avaliados).

²Ap.=aparência (1=fruto ótimo, 3= comercialmente aceitável e 5=fruto totalmente murcho).

A coloração externa dos frutos (Tabela 4) submetidos a todos os tratamentos evoluiu de verde para amarelo. O ângulo hue diminuiu, em média, de 117,0 (verde) no 1º dia para 93,1 (amarelo) no 7º dia. Não se observaram diferenças significativas entre os tratamentos durante o tempo de armazenamento. O efeito retardador da giberelina e da citocinina na evolução da coloração, devido

a atraso na degradação da clorofila, conforme o relatado por Ludford (1995) e Chitarra e Chitarra (1990), não foi observado.

Tabela 4. Evolução do ângulo hue ou de cor, da casca de goiabas 'Paluma', submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas sob condições de ambiente (21,6°C; 73,4% UR).

Tratamento	Tempo (dia)			
	1	3	5	7
Testemunha	117,0	98,2	93,6	91,7
Manitol	117,0	100,9	96,5	95,6
CaCl ₂ 1%	117,0	108,5	100,3	92,6
CaCl ₂ 2%	117,0	107,5	94,6	97,1
GA ₃ 100 mg.L ⁻¹	117,0	106,5	92,5	92,0
GA ₃ 200 mg.L ⁻¹	117,0	103,4	95,5	92,9
6-BAP 100 mg.L ⁻¹	117,0	106,5	100,1	95,3
6-BAP 200 mg.L ⁻¹	117,0	107,5	97,7	96,9
IAA 100 mg.L ⁻¹	117,0	108,0	96,0	92,3
IAA 200 mg.L ⁻¹	117,0	105,0	96,6	91,3
Média	117,0a	105,2b	96,3c	93,3d

dms = 2,22; CV = 3,82%.

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A firmeza destes frutos diminuiu, em todos os tratamentos, como resultado do amadurecimento, evoluindo de 97,3N, no 1º dia, para 19,6N no 7º dia, sem ser influenciada pelos tratamentos (Tabela 5). Não se observou o efeito retardador do íon cálcio, preconizado por Siddiqui e Bangerth (1996) e Pathmanaban et al. (1995). NEVES et al. (2000) também não observaram efeito na manutenção da firmeza quando tratou caquis, após a colheita, com cloreto de cálcio.

Tabela 5. Evolução da firmeza (N) em frutos de goiaba 'Paluma', submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob condições de ambiente (21,6 °C; 73,4% UR).

Tratamento	Tempo (dia)			
	1	3	5	7
Testemunha	97,3	29,2	28,3	21,0
Manitol	97,3	41,0	22,4	18,3
CaCl ₂ 1%	97,3	58,2	18,5	20,5
CaCl ₂ 2%	97,3	29,6	28,9	24,0
GA ₃ 100 mg.L ⁻¹	97,3	38,6	21,9	23,3
GA ₃ 200 mg.L ⁻¹	97,3	36,7	18,5	25,0
6-BAP 100 mg.L ⁻¹	97,3	32,5	33,1	19,3
6-BAP 200 mg.L ⁻¹	97,3	41,6	32,9	16,5
IAA 100 mg.L ⁻¹	97,3	36,4	32,9	16,8
IAA 200 mg.L ⁻¹	97,3	32,6	37,1	21,0
Média	97,3a	37,6b	24,4c	19,6d

dms = 7,55; CV = 19,58%

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

O conteúdo de pectina total nos frutos, que no 1º dia era de 0,89 g de ácido urônico.100g de polpa⁻¹ diminuiu para 0,53 – 0,75 g, após 7 dias, como resultado do processo de envelhecimento. O conteúdo de pectina solúvel, no entanto, foi crescente e irregular ao longo do período de armazenamento, em todos os tratamentos (Tabela 6). Não se observou relação entre a firmeza e este conteúdo de pectina solúvel.

Tabela 6. Evolução no conteúdo de pectina total e solúvel em goiabas 'Paluma', submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas sob condições de ambiente (21,6 °C; 73,4% UR).

Tratamento	Tempo (dia)					
	Pectina Total		Pectina Solúvel			
	1	7	1	3	5	7
Testemunha	0,89	0,69	0,12a	0,32ab	0,47ab	0,50b
Manitol	0,89	0,58	0,12a	0,30ab	0,43b	0,41cd
CaCl ₂ 1%	0,89	0,66	0,12a	0,29bc	0,35d	0,43cd
CaCl ₂ 2%	0,89	0,66	0,12a	0,28bc	0,44b	0,44c
GA ₃ 100 mg.L ⁻¹	0,89	0,70	0,12a	0,26cd	0,40cd	0,42c
GA ₃ 200 mg.L ⁻¹	0,89	0,75	0,12a	0,23d	0,31e	0,57a
6-BAP 100 mg.L ⁻¹	0,89	0,74	0,12a	0,34a	0,42bc	0,40c
6-BAP 200 mg.L ⁻¹	0,89	0,75	0,12a	0,33a	0,49a	0,42cd
IAA 100 mg.L ⁻¹	0,89	0,63	0,12a	0,26cd	0,39cd	0,39d
IAA 200 mg.L ⁻¹	0,89	0,53	0,12a	0,25cd	0,43bc	0,41cd

Resultados expressos em grama de ácido urônico.100g de polpa⁻¹.

dms = 0,0402; CV = 3,81%

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, nas colunas, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

O conteúdo de ácido ascórbico, Tabela 7, que era de 78,5 mg.100g⁻¹ de polpa no 1º dia, diminuiu durante o armazenamento, o que também foi observado por Lima e Durigan (2000). Os frutos submetidos aos tratamentos com ácido indol-3-acético (IAA 100 e 200 mg.L⁻¹) apresentaram a melhor preservação deste conteúdo.

Tabela 7. Evolução do conteúdo de ácido ascórbico, expresso em mg de ácido ascórbico.100g⁻¹ de polpa, em goiabas 'Paluma', submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas sob condições de ambiente (21,6°C; 73,4%UR).

Tratamento	Tempo (dia)			
	1	3	5	7
Testemunha	78,5a	53,4g	48,0f	42,2e
Manitol	78,5a	76,8a	65,8bc	56,9bc
CaCl ₂ 1%	78,5a	64,8c	62,9c	58,4b
CaCl ₂ 2%	78,5a	61,6cde	58,4de	55,8bcd
GA ₃ 100 mg.L ⁻¹	78,5a	62,7cd	58,1de	56,8bc
GA ₃ 200 mg.L ⁻¹	78,5a	58,2ef	57,5de	54,1cd
6-BAP 100 mg.L ⁻¹	78,5a	60,1def	59,0d	57,1bc
6-BAP 200 mg.L ⁻¹	78,5a	58,1f	55,4e	53,0d
IAA 100 mg.L ⁻¹	78,5a	76,9a	67,4b	66,9a
IAA 200 mg.L ⁻¹	78,5a	71,6b	71,9a	68,8a

dms = 3,49; CV = 1,6%

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, nas colunas, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Na Tabela 8 observa-se que o conteúdo de acidez total titulável dos frutos, variou pouco em função do tempo, não seguindo o comportamento esperado, ou seja, aumento inicial seguido de decréscimo. Não se observaram diferenças significativas entre estes conteúdos em função do tempo de armazenamento. Observa-se que, em média, esse conteúdo tendeu a aumentar, sendo no 7º dia significativamente diferente dos demais.

Tabela 8. Evolução no conteúdo de acidez total titulável (mg de ácido cítrico.100g⁻¹ de polpa) em goiabas 'Paluma', submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas sob condições de ambiente (21,6 °C; 73,4% UR).

Tratamento	Tempo (dia)			
	1	3	5	7
Testemunha	0,83	0,79	0,72	0,85
Manitol	0,83	0,86	0,93	1,06
CaCl ₂ 1%	0,83	0,84	0,86	0,97
CaCl ₂ 2%	0,83	0,85	0,97	1,17
GA ₃ 100 mg.L ⁻¹	0,83	0,81	0,76	0,95
GA ₃ 200 mg.L ⁻¹	0,83	0,77	0,80	0,96
6-BAP 100 mg.L ⁻¹	0,83	0,81	0,81	0,96
6-BAP 200 mg.L ⁻¹	0,83	0,78	0,80	0,91
IAA 100 mg.L ⁻¹	0,83	0,71	0,85	1,07
IAA 200 mg.L ⁻¹	0,83	0,87	0,76	1,04
Média	0,83b	0,81b	0,82b	0,99a

dms = 0,062; CV = 8,47%

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, nas colunas, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Os valores de pH da polpa dos frutos, apresentados na Tabela 9, aumentaram com o tempo de armazenamento em todos os tratamentos, em função do amadurecimento dos mesmos, não se observando diferenças significativas entre os tratamentos utilizados.

Tabela 9. Evolução do pH na polpa de goiabas 'Paluma', submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas sob condições de ambiente (21,6°C; 73,4% UR).

Tratamento	Tempo (dia)			
	1	3	5	7
Testemunha	3,50	3,88	3,85	3,85
Manitol	3,50	3,83	3,81	3,82
CaCl ₂ 1%	3,50	3,81	3,86	3,87
CaCl ₂ 2%	3,50	3,91	3,70	3,89
GA ₃ 100 mg.L ⁻¹	3,50	3,81	3,79	3,78
GA ₃ 200 mg.L ⁻¹	3,50	3,91	3,78	3,84
6-BAP 100 mg.L ⁻¹	3,50	3,85	3,95	3,89
6-BAP 200 mg.L ⁻¹	3,50	3,87	3,87	3,86
IAA 100 mg.L ⁻¹	3,50	3,93	3,91	3,84
IAA 200 mg.L ⁻¹	3,50	3,92	3,88	3,89
Média	3,5b	3,87a	3,84a	3,85a

dms = 1,82; CV = 0,058%

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Os conteúdos de sólidos solúveis totais (Tabela 10) e de carboidratos solúveis (Tabela 11) dos frutos, em todos os tratamentos utilizados, aumentaram

inicialmente para depois diminuir, em função do tempo de armazenamento, o que também foi observado por Vasquez-Ochoa e Colinas-Leon (1990).

Os tratamentos não influenciaram a evolução do conteúdo de sólidos solúveis totais, pois os resultados obtidos só apresentaram diferenças significativas no quinto dia, onde o 6-BAP 100 e 200 mg.L⁻¹ apresentaram conteúdos significativamente maiores que o do CaCl₂ 2% e 100 IAA mg.L⁻¹, que se mostraram iguais aos demais tratamentos.

Observa-se que o conteúdo de carboidratos solúveis (Tabela 11) mostrou-se significativamente diferente para alguns tratamentos, após três dias de armazenamento. Os tratamentos CaCl₂ 2%, GA₃ 100 e 200 mg.L⁻¹ e 6-BAP 100 e 200 mg.L⁻¹ apresentaram os maiores conteúdos, significativamente diferentes do encontrado para o CaCl₂ 1%. Os frutos do Testemunha e do Manitol apresentaram os menores conteúdos. A oscilação dos valores durante o tempo de armazenamento, não deixou claro o efeito dos tratamentos.

Tabela 10. Evolução do conteúdo de sólidos solúveis totais (°Brix) em goiabas 'Paluma', submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas sob condições de ambiente (21,6 °C; 73,4% UR).

Tratamento	Tempo (dia)			
	1	3	5	7
Testemunha	9,9a	10,5a	9,9bcd	9,9a
Manitol	9,9a	10,6a	9,9abcd	9,7a
CaCl ₂ 1%	9,9a	10,7a	9,9abcd	9,4a
CaCl ₂ 2%	9,9a	10,4a	9,7cd	9,6a
GA ₃ 100 mg.L ⁻¹	9,9a	10,5a	10,3abc	9,9a
GA ₃ 200 mg.L ⁻¹	9,9a	10,5a	10,1abcd	9,2a
6-BAP 100 mg.L ⁻¹	9,9a	10,1a	10,7a	9,9a
6-BAP 200 mg.L ⁻¹	9,9a	10,4a	10,7a	9,7a
IAA 100 mg.L ⁻¹	9,9a	10,6a	9,5d	9,2a
IAA 200 mg.L ⁻¹	9,9a	10,8a	10,5ab	9,2a

dms = 0,735; CV = 2,35%

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, nas colunas, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 11. Evolução no conteúdo de carboidratos solúveis, expresso em g de glicose.100g⁻¹ de polpa em frutos de goiabas 'Paluma', submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas sob condições de ambiente (21,6 °C; 73,4% UR).

Tratamento ¹	Tempo (dia)			
	1	3	5	7
Testemunha	2,51a	2,47cd	3,61cde	5,10ab
Manitol	2,51a	1,75d	3,50de	3,87c
CaCl ₂ 1%	2,51a	2,54cd	3,21e	6,05a
CaCl ₂ 2%	2,51a	3,55ab	4,47abc	5,75a
GA ₃ 100 mg.L ⁻¹	2,51a	3,02abc	3,75bcde	3,73c
GA ₃ 200 mg.L ⁻¹	2,51a	3,93a	4,82ab	5,16ab
6-BAP 100 mg.L ⁻¹	2,51a	3,04abc	2,90e	3,99c
6-BAP 200 mg.L ⁻¹	2,51a	3,30abc	4,46abcd	4,38c
IAA 100 mg.L ⁻¹	2,51a	1,67bcd	5,01a	4,60c
IAA 200 mg.L ⁻¹	2,51a	2,70bcd	3,12e	3,90c

dms = 0,969; CV = 8,31%

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, nas colunas, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

O comportamento respiratório das goiabas não foi afetado pelos tratamentos e a respiração mostrou-se intensa e com aumentos sucessivos a partir de 110,83 mg CO₂.kg⁻¹.h⁻¹ no 1º dia, atingindo em média de 128,47 mg CO₂.kg⁻¹.h⁻¹ no 7º dia (Tabela 12). Não se observou um comportamento que se caracterizasse como climatérico, o que é concordante com o observado por Mattiuz et al. (2000) que também trabalhou com goiabas 'Paluma'.

Tabela 12. Produção de CO₂ (mgCO₂.kg⁻¹.h⁻¹) por goiabas 'Paluma', submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas sob condições de ambiente (21,6°C; 73,4% UR).

Tratamento	Tempo (dia)						
	1	2	3	4	5	6	7
Testemunha	110,83	95,71	140,09	129,26	140,11	150,55	132,51
Manitol	110,83	123,93	115,30	109,00	119,31	131,46	131,47
CaCl ₂ 1%	110,83	78,02	114,27	116,30	127,40	145,79	121,21
CaCl ₂ 2%	110,83	111,07	135,62	136,02	142,12	143,82	137,78
GA ₃ 100 mg.L ⁻¹	110,83	112,89	107,60	124,62	139,55	132,11	121,21
GA ₃ 200 mg.L ⁻¹	110,83	93,70	103,85	92,26	109,51	124,23	103,28
6-BAP 100 mg.L ⁻¹	110,83	89,56	112,96	159,50	166,03	199,32	136,69
6-BAP 200 mg.L ⁻¹	110,83	108,92	91,51	121,69	146,17	138,40	133,65
IAA 100 mg.L ⁻¹	110,83	120,21	120,12	118,46	148,44	149,43	135,78
IAA 200 mg.L ⁻¹	110,83	115,11	112,06	133,46	140,42	134,37	131,14

Conclusões

Os tratamentos com cloreto de cálcio a 1% e 2% propiciaram vida útil de 7 dias às goiabas 'Paluma', com manutenção da aparência e menor perda de massa fresca. A auxina propiciou melhor manutenção do conteúdo de ácido ascórbico. Os tratamentos utilizados não influenciaram na evolução da coloração, da firmeza, da acidez total titulável e do pH.

Referências Bibliográficas

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS INTERNATIONAL. **Official methods of analysis of the AOAC international**. 16 ed. Washington, 1997.v.2, p.6, 11, 16.

BARNETT, H. L., HUNTER, B. B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. 3º. Minneapolis: Beugess Pub. Co., 1972. 241p.

BLUMENKRANTZ, N., ASBOE-HANSEN, G. New method for quantitative determination of uronic acids. **Analitical Chemistry**, New York, v.5, p.484-489, 1973.

BRADY, C. J. Fruit ripening. **Annual Review of Plant Physiology**, California, n.38, p.155-177. 1987.

CARVALHO, H. A. de, CHITARRA, M. I. F., CHITARRA, A. B. Eficência da concentração de cloreto de cálcio e do tempo de imersão no tratamento pós-colheita de goiaba de polpa branca cv. Kumagai. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 20, n.3 , p.375-381, 1998.

CHITARRA, M. I. F, CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras-MG: FAEP, 1990. 230p.

DUBOIS, M., GILLES, K. A., HAMILTON, J. K., REBER, P. A., SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, Washington, v.8, n.3, 1956. p.350-356.

DURIGAN, J. F. Colheita, conservação e embalagens. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA GOIABEIRA, 1, 1997, Jaboticabal. **Anais**...Jaboticabal: FUNEP, 1997, p.152-154.

FRENKEL, C., KLEIN, I., DILLEY, D. R. Methods for the study of ripening and protein synthesis in intact pome fruits. **Phytochemistry**,v.8, p.945-955, 1969.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 7º ed., Piracicaba: Nobel, 1977. 430p.

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

LIMA, M. A., DURIGAN, J. F. Conservação de goiabas 'Pedro Sato' associando-se refrigeração com diferentes embalagens plásticas. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 22, n.2, p.232-235, 2000.

LUDFORD, P. L. Postharvest hormone changes in vegetables and fruits. In: DAVIES, P. J. (ed.). **Plant hormones**. The Netherlands: Kluwer Ac. Pub., p.725-750, 1995.

MATTIUZ,B-H, DURIGAN, J. F., TEIXEIRA, G. H. de A. Efecto de la injuria mecánica de impacto en la calidad poscosecha de guayaba 'Paluma'. **Revista Iberoamericana de Tecnologia Postcosecha**, Sonora, v.2, n. 2, p.115-120, 2000.

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

NETER, J., WASSERMAN, W., WHITMORE, G. A. **Applied linear statistical models**. Massachussetts: Allyn and Bacon, IAC, 1978, 745p.

NEVES, L. C., CIA, P., RODRIGUES, A. C., VIEITES, R. L. Aplicação de cloreto de cálcio na conservação pós-colheita do caqui var. Ushida (*Diospyros kaky* L.), armazenado sob refrigeração. **Revista Científica Rural**, v. 5, n.2, p.96-103. 2000.

PATHMANABAN, G., NAGARAJAN, M., MANIAN, K., ANNAMALAINATHAN, K. Effect of fused calcium salts on post harvest preservation in fruits. **Madras Agricultural Journal**, Coimbatore, v.82, n.1, p.47-50, 1995.

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

SIDDIQUI, S., BANGERTH, F. The effect of calcium infiltration on structural changes in cell walls of stored apples. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v.5, n.71, p.703-708, 1996.

TEAOTIA, S. S., TRIPATH, C. S., SINGH, R. N. Effect of growth substances on ripening and quality of guava (*Psidium guajava* L.). **Journal Food Science and Technology**, Chicago, n.9, p.38, 1972.

VASQUEZ-OCHOA, R. I., COLINAS-LEON, M. T. Changes in guavas of three maturity stages in response to temperature and relative humidity. **HortScience**, México, v.25, n.1, 1990. p.86-87.

VENDRELL, M. Reversion of senescence: effect of 2,4-dichlorophenoxy-acetic acid and indoleacetic acid on respiration, ethylene production and ripening of banana fruit slices, **Australian Journal of Biological Science**, Melbourne, v.22, n. 3, p.601-610, 1969.

VENDRELL, M. Dual effect of 2,4-D on ethylene production and ripening of tomato fruit tissue. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, n.64, p.559-563, 1985.

CAPÍTULO 3

CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE GOIABAS 'PEDRO SATO' UTILIZANDO-SE REGULADORES VEGETAIS E CÁLCIO.

RESUMO: Avaliaram-se os efeitos da aplicação, por infiltração a vácuo (500 mmHg.20 minutos⁻¹), do ácido giberélico (GA₃), ácido indol-3-acético (IAA) ou 6-benzilaminopurina (6-BAP) a 100 e 200 mg.L⁻¹, assim como do cloreto de cálcio a 1% e 2%, na conservação pós-colheita de goiabas 'Pedro Sato'. Os frutos tratados foram armazenados ao ambiente (21,6°C, 73,4% UR) e analisados periodicamente, física e quimicamente. As goiabas tratadas com CaCl₂ a 2%, IAA e GA₃ a 100 mg.L⁻¹ apresentaram vida útil de 8 dias, enquanto para as tratadas com CaCl₂ a 1%, 6-BAP a 100 ou 200 mg.L⁻¹, GA₃ ou IAA a 200 mg.L⁻¹, esta vida útil foi de 7 dias, e para as que não receberam tratamentos (Testemunha) ou foram tratadas com solução de manitol (veículo), ela foi de 6 dias. Os tratamentos utilizados não apresentaram efeitos significativos na evolução da coloração e da firmeza.

Palavras-chave: auxina, citocinina, giberelina, cálcio, *Psidium guajava*, armazenamento.

Introdução

Segundo o Agrianual (2002), o Brasil apresenta uma produção anual de 240 mil toneladas de goiabas. A maior área plantada fica no estado de São Paulo, com aproximadamente 5 mil hectares.

A goiaba apresenta vida útil pós-colheita de apenas 3 dias, quando mantida ao ambiente (25-30°C) (DURIGAN, 1997). Procurando aumentar essa vida útil, tem se buscado diversas alternativas, como por exemplo, o uso de cálcio, refrigeração, embalagens e cera (AWAD, 1993).

O cálcio participa de forma importante da estrutura e da resistência mecânica da parede celular, facilitando ligações entre polímeros de pectina da lamela média, o que aumenta esta resistência. Este elemento também controla o

processo de degradação da mitocôndria, do retículo endoplasmático e da membrana citoplasmática, reduzindo a taxa respiratória (SIDDIQUI e BANGERTH, 1996). Sua aplicação exógena pode contribuir para aumentar a vida pós-colheita de muitas frutas, segundo o revisado por Durigan (1997).

Frutos da goiabeira, quando tratados por imersão em solução de CaCl_2 a 4%, por 1 hora, embalados em sacos plásticos tendo CaCl_2 na sua estrutura e armazenados ao ambiente, apresentaram retardo no amadurecimento, no desenvolvimento da coloração e na perda da firmeza (PATHMANABAN et al., 1995).

As mudanças que ocorrem durante o amadurecimento dos frutos também podem ser devidas à inibição de enzimas pré-formadas, ou ainda de mudanças na permeabilidade da membrana celular, estabelecida geneticamente. Estes eventos fisiológicos são mediados por reguladores bioquímicos, como o etileno e o ácido indol acético (AWAD, 1993).

O etileno e o ácido abscísico são tidos como promotores do amadurecimento em frutos, enquanto as giberelinas, as auxinas, as citocininas e os íons cálcio são inibidores (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

Vendrell testou a aplicação da auxina, por imersão ou infiltração a vácuo, em tomate (1985) e banana (1969), e detectou aumento na produção de etileno e retardo no amadurecimento, sendo que este último efeito prevaleceu, dependendo da distribuição e da concentração da auxina. Vendrell (1969) já havia indicado que o ácido indol acético pode retardar o início do climatério em bananas.

Frenkel e Dyck (1972) avaliaram o efeito do ácido indol acético no amadurecimento de pêras 'Bartlett', quando este foi aplicado por infiltração a vácuo, nas concentrações de 0,01mM, 0,1mM e 1,0 mM, dissolvidas em solução aquosa de manitol a 0,3 M. Observaram que esta auxina retardou o amolecimento e a respiração, e que seu efeito foi proporcional à concentração e à pressão utilizada.

O ácido giberélico, quando aplicado em pós-colheita, teve efeito retardador no amadurecimento de goiabas, reduzindo a taxa de respiração e as mudanças na coloração (TEAOTIA et al., 1972).

Procurando aumentar a vida útil de goiabas 'Pedro Sato' recém-colhidas, planejou-se avaliar a ação de reguladores vegetais e do cálcio, quando aplicados após a colheita.

Material e Métodos

Utilizaram-se frutos "de vez", o que corresponde à coloração verde-mate (Pereira, 1995), colhidos em outubro de 1999, pela manhã, em Vista Alegre do Alto-SP e imediatamente transportados ao Laboratório de Tecnologia dos Produtos Agrícolas da FCAV-UNESP.

Os tratamentos com cálcio e reguladores foram aplicados por infiltração a vácuo (500 mmHg) por 20 minutos, conforme o sugerido por Frenkel *et al.* (1969), utilizando-se como veículo uma solução de manitol a 300 mM. Estes frutos tinham a sua massa fresca determinada antes e depois de tratados, e pela diferença entre estas massas tinha-se a quantidade da solução absorvida. Os frutos eram imersos em solução contida em dessecador, em cuja tampa acoplou-se a bomba de vácuo. (Anexo 1-foto 1)

Os tratamentos aplicados com as soluções de manitol a 300mM, foram ácido giberélico (GA₃), ácido indol-3-acético (IAA) e 6-benzilaminopurina (6-BAP) a 100 mg.L⁻¹ e 200 mg.L⁻¹ e o CaCl₂ a 1% e 2%.

Após receberem os tratamentos, os frutos foram armazenados ao ambiente (21,6°C, 73,4% UR) e analisados periodicamente quanto as suas características físicas e químicas. Cada tratamento constou de 16 lotes, com 4 frutos cada, 4 lotes para as avaliações físicas e não destrutivas durante todo o experimento e 12 para serem amostrados periodicamente e analisados quimicamente.

Os frutos destinados às análises não destrutivas foram avaliados diariamente, quanto a perda de massa fresca, aparência, presença de podridões e taxa respiratória. A aparência foi avaliada, utilizando-se uma escala de pontos, onde: 1=ótimo , 3=comercialmente aceitável e 5=totalmente murcho. A presença de podridões foi relatada pela porcentagem de frutos doentes em relação ao total de frutos avaliados através de observação visual e identificação dos patógenos no Laboratório de Fitopatologia da FCAV – UNESP. Esta identificação foi feita através de observação das estruturas do agente em microscópio óptico comum e

comparação destas com o apresentado por Barnett e Hunter (1972). A taxa respiratória foi medida mantendo-os em recipiente hermeticamente fechado durante uma hora, do qual se tomou alíquotas de 0,3 mL do ar, antes e depois deste tempo, para a determinação do conteúdo de CO₂, utilizando-se Cromatógrafo Finnigan 9001.

Para as análises químicas, os frutos eram amostrados a cada 2 dias e com 2 repetições ou lotes de cada tratamento, que depois de terem seus frutos avaliados quanto a coloração e firmeza, eram triturados e o produto embalado em saco plástico e estocado a -18°C, para posterior determinação dos teores de ácido ascórbico, sólidos solúveis totais, acidez total titulável e pH, segundo metodologia da AOAC (1997). Os teores de pectina total e solúvel foram determinados em extrato obtido conforme a metodologia de McCreedy e McComb (1952), usando-se técnica adaptada de Blumenkrantz e Asboe-Hansen (1973), e os de açúcares solúveis segundo Dubois et al. (1956).

A coloração foi determinada utilizando-se um reflectômetro Minolta Croma Meter CR-200b, o que permitiu avaliá-la utilizando-se o ângulo hue ou de cor. A firmeza foi determinada utilizando-se penetrômetro Bishop mod. FT 327 com ponteira de 8 mm, através de duas leituras, em laterais opostas dos frutos.

A evolução da massa fresca foi analisada estatisticamente, através de regressão polinomial (GOMES, 1977) e as equações de primeiro grau comparadas quanto ao paralelismo através do teste t, conforme o proposto por Neter *et al.*(1978), utilizando-se o programa RECOM. A análise dos demais dados foi feita segundo um delineamento inteiramente casualizado, com 2 repetições, através de um esquema fatorial 10x5 (10 tratamentos e 5 datas de análise).

Resultados e Discussão

A perda de massa fresca pelos frutos, durante o período de armazenamento, foi crescente em todos os tratamentos. Os frutos submetidos ao tratamento com CaCl₂ a 2% apresentaram menor perda, enquanto os tratados com 6-BAP (200 mg.L⁻¹) e com GA₃ (200 mg.L⁻¹) as maiores perdas (Tabela 1).

Tabela 1. Equações de regressão representativas da evolução da massa fresca, em função do tempo de armazenamento, sob condições de ambiente (21,6 °C; 73,4% UR) de goiabas 'Pedro Sato' submetidas a diferentes tratamentos.

Tratamento	Y = A - BX ^b	R	Período (dia)
Testemunha	Y = 101,8458 - 1,7812X	-0,9984**	0-9
Manitol	Y = 101,8842 - 1,7062X	-0,9985**	0-9
CaCl ₂ 1%	Y = 102,8892 - 1,7798X	-0,9991**	0-9
CaCl ₂ 2%	Y = 101,6483 - 1,5823X	-0,9989**	0-9
GA ₃ 100 mg.L ⁻¹	Y = 101,9819 - 1,7775X	-0,9977**	0-9
GA ₃ 200 mg.L ⁻¹	Y = 102,9183 - 2,3817X	-0,9997**	0-9
6-BAP 100 mg.L ⁻¹	Y = 101,8433 - 1,7380X	-0,9897**	0-9
6-BAP 200 mg.L ⁻¹	Y = 102,0842 - 1,8702X	-0,9990**	0-9
IAA 100 mg.L ⁻¹	Y = 101,9339 - 1,7917X	-0,9991**	0-9
IAA 200 mg.L ⁻¹	Y = 101,0875 - 1,7435X	-0,9893**	0-9

^bY=massa do fruto (g) e X=dias de armazenamento

**=significativo a 1% de probabilidade.

Comparando-se estas equações quanto ao paralelismo (Tabela 2) verifica-se que os tratamentos Testemunha e Manitol, não divergiram entre si, mas diferiram significativamente do CaCl₂ 2% e do GA₃ 200 mg.L⁻¹. Estes dois tratamentos apresentaram-se significativamente diferentes dos demais tratamentos, confirmando o efeito dos mesmos na manutenção da massa fresca.

Tabela 2. Teste de paralelismo entre as retas estabelecidas pela relação da evolução da massa fresca, em função do tempo de armazenamento, de goiabas 'Pedro Sato', submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas sob condições de ambiente (21,6 °C; 73,4% UR).

Tratamento	Paralelismo ^c	Tratamento	Paralelismo
Testemunha x CaCl ₂ 2%	4,25**	CaCl ₂ 2% x 6-BAP 100 mg.L ⁻¹	3,90**
Testemunha x GA ₃ 200 mg.L ⁻¹	4,43**	CaCl ₂ 2% x 6-BAP 200 mg.L ⁻¹	7,03**
Manitol x CaCl ₂ 2%	2,74*	CaCl ₂ 2% x IAA 100 mg.L ⁻¹	4,39**
Manitol x GA ₃ 200 mg.L ⁻¹	5,00**	GA ₃ 100 mg.L ⁻¹ x GA ₃ 200 mg.L ⁻¹	4,37**
Manitol x 6-BAP 200 mg.L ⁻¹	3,52**	GA ₃ 200 mg.L ⁻¹ x 6-BAP 100 mg.L ⁻¹	4,82**
CaCl ₂ 1% x CaCl ₂ 2%	4,91**	GA ₃ 200 mg.L ⁻¹ x 6-BAP 200 mg.L ⁻¹	3,83**
CaCl ₂ 1% x GA ₃ 200 mg.L ⁻¹	4,51**	GA ₃ 200 mg.L ⁻¹ x IAA 100 mg.L ⁻¹	4,34**
CaCl ₂ 2% x GA ₃ 100 mg.L ⁻¹	3,64**	GA ₃ 200 mg.L ⁻¹ x IAA 200 mg.L ⁻¹	3,92**
CaCl ₂ 2% x GA ₃ 200 mg.L ⁻¹	6,00**	6-BAP 100 mg.L ⁻¹ x 6-BAP 200 mg.L ⁻¹	3,18**

*=significativo a 5% de probabilidade e **= a 1% de probabilidade.

Obs: As outras comparações não se mostraram significativamente diferentes.

A vida útil pós-colheita das goiabas 'Pedro Sato' submetidas aos tratamentos CaCl_2 2%, IAA e GA_3 100 mg.L^{-1} foi de 8 dias, enquanto para as submetidas aos tratamentos Manitol e Testemunha foi de 5 e 6 dias, respectivamente, e de 7 dias para os demais tratamentos. O tratamento com 6-BAP 200 mg.L^{-1} já apresentava fruto doente no 4º dia e o com IAA 200 mg.L^{-1} , no 5º dia. Nos demais tratamentos a incidência de podridões começou a ocorrer a partir do 7º dia (Manitol, CaCl_2 1% e 2%), do 8º dia (GA_3 100 e 200 mg.L^{-1} , 6-BAP 100 mg.L^{-1} e IAA 100 mg.L^{-1}) e do 9º dia (Testemunha) (Tabela 3). A análise dos frutos doentes indicou incidência de antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum sp.*

Tabela 3. Evolução da aparência e da porcentagem de podridões em frutos de goiaba 'Pedro Sato', submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob condições de ambiente (21,6 °C; 73,4% UR).

Tratamento		Tempo (dia)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Testemunha	Do ¹	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,5
	Ap. ²	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	3,0	3,5	4,0	4,0	4,0
Manitol	Do	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,8	18,8	37,5	37,5
	Ap.	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	3,5	3,8	4,0	4,0	4,0
CaCl_2 1%	Do	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	56,2	62,5	62,5
	Ap.	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,5	3,0	3,8	4,0	4,0
CaCl_2 2%	Do	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	18,8	18,8	18,8
	Ap.	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	3,2	3,2
GA_3 100 mg.L^{-1}	Do	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2	12,5	12,5
	Ap.	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,8	3,0	3,8	3,8
GA_3 200 mg.L^{-1}	Do	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25	25,0	25,0
	Ap.	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,0
6-BAP 100 mg.L^{-1}	Do	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2	12,5	12,5
	Ap.	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,5	3,0	3,5	3,8	3,8
6-BAP 200 mg.L^{-1}	Do	0,0	0,0	0,0	6,2	6,2	6,2	18,8	37,5	50,0	50,0
	Ap.	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,5	3,0	3,5	3,8	3,8
IAA 100 mg.L^{-1}	Do	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2	12,5	12,5
	Ap.	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,5	3,0	3,0	3,5	3,5
IAA 200 mg.L^{-1}	Do	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2	6,2	6,2	18,8	31,2	31,2
	Ap.	1,0	1,0	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0	3,8	4,0	4,0

¹Do=doença (% de frutos com sintomas entre os 16 frutos avaliados).

²Ap.=aparência (1=fruto ótimo, 3=comercialmente aceitável e 5=fruto totalmente murcho).

A Tabela 4 indica que a coloração externa dos frutos, expressa pelo ângulo hue ou de cor, evoluiu com o tempo de armazenamento, em média, de 117,9

(verde), no 1º dia para 103,2 (amarelo), no 7º dia.

Tabela 4. Evolução do ângulo hue ou de cor, da casca de goiabas 'Pedro Sato', submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas sob condições de ambiente (21,6°C; 73,4% UR).

Tratamento	Tempo (dia)			
	1	3	5	7
Testemunha	117,9	118,1	109,8	98,0
Manitol	117,9	113,1	107,8	104,7
CaCl ₂ 1%	117,9	112,4	66,1	106,11
CaCl ₂ 2%	117,9	116,5	108,9	108,1
GA ₃ 100 mg.L ⁻¹	117,9	117,2	111,8	105,0
GA ₃ 200 mg.L ⁻¹	117,9	117,1	111,7	101,6
6-BAP 100 mg.L ⁻¹	117,9	115,2	111,6	99,1
6-BAP 200 mg.L ⁻¹	117,9	117,7	107,2	106,7
IAA 100 mg.L ⁻¹	117,9	117,1	102,0	97,8
IAA 200 mg.L ⁻¹	117,9	116,2	106,4	105,4
Média	117,9a	116,1a	104,3b	103,2b

dms = 8,76; CV = 9,36%.

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A firmeza diminuiu com o tempo e o fruto foi se tornando cada vez mais macio. Os resultados obtidos indicaram que os tratamentos 6-BAP 200 mg.L⁻¹, IAA 100 e 200 mg.L⁻¹ mantiveram os frutos mais firmes que os demais, porém sem que se observassem diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 5).

Tabela 5. Evolução da firmeza (N) em goiabas 'Pedro Sato', submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas sob condições de ambiente (21,6 °C; 73,4% UR).

Tratamento	Tempo (dia)			
	1	3	5	7
Testemunha	99,4	33,0	22,6	19,7
Manitol	99,4	37,9	22,4	17,7
CaCl ₂ 1%	99,4	45,6	34,0	21,9
CaCl ₂ 2%	99,4	30,1	26,1	22,4
GA ₃ 100 mg.L ⁻¹	99,4	40,5	27,5	21,5
GA ₃ 200 mg.L ⁻¹	99,4	45,3	29,6	22,3
6-BAP 100 mg.L ⁻¹	99,4	33,0	25,0	18,6
6-BAP 200 mg.L ⁻¹	99,4	56,8	53,1	34,8
IAA 100 mg.L ⁻¹	99,4	54,7	39,4	28,1
IAA 200 mg.L ⁻¹	99,4	48,5	28,1	23,4
Média	99,4a	42,5b	30,8c	21,9c

dms = 20,22; CV = 25,16%

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Os resultados obtidos com a determinação do conteúdo de pectinas, total e solúvel, dos frutos (Tabela 6), indicam que o conteúdo de pectina total diminuiu com o amadurecimento e o de pectina solúvel aumentou, conforme o relatado por Reyes et al.(1976) e Salunke e Desai (1984), para o envelhecimento dos frutos.

O teor de pectina solúvel nos frutos do Testemunha foi significativamente menor do que nos demais tratamentos, no 3º dia de análise, o que não se confirmou no 5º dia, quando os menores conteúdos foram apresentados pelos frutos submetidos aos tratamentos IAA a 100 e 200 mg.L⁻¹, GA₃ a 100 e 200 mg.L⁻¹ e CaCl₂ a 1% e 2%. No 7º dia, os frutos tratados com ácido-3-indolacético (IAA a 100 e 200 mg.L⁻¹) apresentaram os menores conteúdos, enquanto os do Testemunha, os maiores. Observa-se que a solubilização foi crescente em todos os tratamentos e que as diferenças observadas entre eles podem ser devidas aos pontos de maturação na ocasião da amostragem.

Tabela 6.Evolução no conteúdo de pectina total e solúvel em goiabas 'Pedro Sato', submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas sob condições de ambiente (21,6 °C; 73,4% UR).

Tratamento	Tempo (dia)					
	Pectina Total		Pectina Solúvel			
	1	7	1	3	5	7
Testemunha	0,62	0,38	0,16a	0,18c	0,37abc	0,49a
Manitol	0,62	0,34	0,16a	0,29a	0,40a	0,45ab
CaCl ₂ 1%	0,62	0,33	0,16a	0,28a	0,31cd	0,38cd
CaCl ₂ 2%	0,62	0,40	0,16a	0,25b	0,35abc	0,43abc
GA ₃ 100 mg.L ⁻¹	0,62	0,34	0,16a	0,29a	0,32bcd	0,41bcd
GA ₃ 200 mg.L ⁻¹	0,62	0,33	0,16a	0,33a	0,31cd	0,38cd
6-BAP 100 mg.L ⁻¹	0,62	0,36	0,16a	0,28a	0,38ab	0,43abc
6-BAP 200 mg.L ⁻¹	0,62	0,34	0,16a	0,28a	0,39a	0,46ab
IAA 100 mg.L ⁻¹	0,62	0,35	0,16a	0,25b	0,32bcd	0,36de
IAA 200 mg.L ⁻¹	0,62	0,35	0,16a	0,27ab	0,30d	0,31e

Resultados expressos em grama de ácido urônico.100g⁻¹ de polpa.

dms = 0,06; CV = 6,03%

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, nas colunas, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

O conteúdo de ácido ascorbico diminuiu com o tempo de armazenamento (Tabela 7), em função do envelhecimento do fruto, o que vem ao encontro do observado por Bhullar e Farmahan (1980) e Lima e Durigan (2000). Os tratamentos, IAA a 100 e 200 mg.L⁻¹, 6-BAP a 100 e 200 mg.L⁻¹ e CaCl₂ a 100

mg.L⁻¹, mostraram-se significativamente mais eficientes para a manutenção dos conteúdos de ácido ascórbico nos frutos.

Tabela 7. Evolução do conteúdo de ácido ascórbico, expresso em mg.100g⁻¹ de polpa, em goiabas 'Pedro Sato', submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas sob condições de ambiente (21,6°C; 73,4% UR).

Tratamento ¹	Tempo (dia)			
	1	3	5	7
Testemunha	94,4a	68,2b	65,1c	56,7d
Manitol	94,4a	69,9b	68,1c	66,1d
CaCl ₂ 1%	94,4a	87,1a	81,1b	75,1c
CaCl ₂ 2%	94,4a	68,8b	65,1c	64,1d
GA ₃ 100 mg.L ⁻¹	94,4a	68,3b	66,1c	63,0d
GA ₃ 200 mg.L ⁻¹	94,4a	68,5b	67,8c	65,6d
6-BAP 100 mg.L ⁻¹	94,4a	86,2a	84,9a	78,1bc
6-BAP 200 mg.L ⁻¹	94,4a	83,6a	82,9ab	78,0bc
IAA 100 mg.L ⁻¹	94,4a	86,2a	86,1a	84,8a
IAA 200 mg.L ⁻¹	94,4a	87,0a	80,3b	81,0b

dms = 3,64; CV = 1,36%

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, nas colunas, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

O valores de acidez total titulável (Tabela 8), e o pH (Tabela 9), pouco variaram durante o tempo de armazenamento. A evolução na acidez total titulável apresentou aumento, seguido de redução, para os tratamentos Testemunha, Manitol, CaCl₂ 2%, GA₃ 100 mg.L⁻¹, IAA 100 e 200 mg.L⁻¹, o que é concordante com o obtido por Tavares (1993). Os tratamentos CaCl₂ 1%, GA₃ 200 mg.L⁻¹, 6-BAP 100 e 200 mg.L⁻¹, não apresentaram este comportamento. Os tratamentos não se apresentaram significativamente diferentes para valores de pH.

Tabela 8. Evolução do conteúdo de acidez total titulável em goiabas 'Pedro Sato' (mg de ácido cítrico.100g de polpa⁻¹), submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas sob condições de ambiente (21,6 °C; 73,4% UR).

Tratamento ¹	Tempo (dia)			
	1	3	5	7
Testemunha	0,63a	0,71a	0,63abc	0,62abcd
Manitol	0,63a	0,65abc	0,68ab	0,58cd
CaCl ₂ 1%	0,63a	0,55c	0,56c	0,60bcd
CaCl ₂ 2%	0,63a	0,66a	0,56c	0,58cd
GA ₃ 100 mg.L ⁻¹	0,63a	0,66a	0,68ab	0,66abc
GA ₃ 200 mg.L ⁻¹	0,63a	0,55c	0,64abc	0,69ab
6-BAP 100 mg.L ⁻¹	0,63a	0,61abc	0,64abc	0,71a
6-BAP 200 mg.L ⁻¹	0,63a	0,61abc	0,58bc	0,63abcd
IAA 100 mg.L ⁻¹	0,63a	0,59bc	0,70a	0,56d
IAA 200 mg.L ⁻¹	0,63a	0,58bc	0,64abc	0,60bcd

dms = 0,10; CV = 4,76%

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, nas colunas, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 9. Evolução do pH na polpa de goiabas 'Pedro Sato', submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas sob condições de ambiente (21,6°C; 73,4% UR).

Tratamento ¹	Tempo (dia)			
	1	3	5	7
Testemunha	3,87	3,87	3,91	3,65
Manitol	3,87	3,78	3,84	3,83
CaCl ₂ 1%	3,87	3,82	3,98	3,81
CaCl ₂ 2%	3,87	3,89	3,90	3,83
GA ₃ 100 mg.L ⁻¹	3,87	3,96	3,89	3,88
GA ₃ 200 mg.L ⁻¹	3,87	3,94	3,85	3,90
6-BAP 100 mg.L ⁻¹	3,87	3,84	3,92	3,90
6-BAP 200 mg.L ⁻¹	3,87	3,83	3,95	3,84
IAA 100 mg.L ⁻¹	3,87	3,94	3,86	3,80
IAA 200 mg.L ⁻¹	3,87	3,89	3,90	3,83
Média	3,87a	3,87a	3,90a	3,82a

dms = 0,57; CV = 8,88 %

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, nas colunas, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Os conteúdos de sólidos solúveis totais (Tabela 10) apresentaram aumento inicial no 3º e 5º dia de armazenamento seguido de diminuição no 7º dia. Os resultados obtidos na evolução destes conteúdos só apresentaram diferenças significativas no 5º dia, com os tratamentos GA₃ a 100 mg.L⁻¹, 6-BAP a 100 e 200 mg.L⁻¹, IAA a 200 mg.L⁻¹ apresentando maiores conteúdos que os tratamentos CaCl₂ 2% e AIA 100 mg.L⁻¹, que foram iguais aos demais.

Tabela 10. Evolução do conteúdo de sólidos solúveis totais (°Brix) em goiabas 'Pedro Sato', submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas sob condições de ambiente (21,6 °C; 73,4% UR).

Tratamento	Tempo (dia)			
	1	3	5	7
Testemunha	9,7a	10,5a	9,9ab	9,7a
Manitol	9,7a	10,7a	9,9ab	9,6a
CaCl ₂ 1%	9,7a	10,6a	9,9ab	9,4a
CaCl ₂ 2%	9,7a	10,4a	9,5b	9,6a
GA ₃ 100 mg.L ⁻¹	9,7a	10,5a	10,4a	9,9a
GA ₃ 200 mg.L ⁻¹	9,7a	10,5a	10,2ab	9,2a
6-BAP 100 mg.L ⁻¹	9,7a	10,3a	10,7a	9,9a
6-BAP 200 mg.L ⁻¹	9,7a	10,3a	10,7a	9,8a
IAA 100 mg.L ⁻¹	9,7a	10,6a	9,4b	9,2a
IAA 200 mg.L ⁻¹	9,7a	10,8a	10,5a	9,2a

dms = 0,76; CV = 2,28%

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, nas colunas, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

O conteúdo de carboidratos solúveis (Tabela 11) aumentaram com o tempo de armazenamento, em todos os tratamentos, no 3º dia de armazenamento os tratamentos Testemunha, CaCl₂ 1% e IAA a 100 mg.L⁻¹ e no 5º, o IAA a 100 mg.L⁻¹ apresentaram os menores conteúdos. No 7º dia, os tratamentos Manitol, GA₃ a 100 mg.L⁻¹, 6-BAP a 100 mg.L⁻¹ foram os que apresentaram a menor solubilização, indicio de menor grau de envelhecimento.

Tabela 11. Evolução do conteúdo de carboidratos solúveis, expresso em g de glicose.100g⁻¹ de polpa em frutos de goiabas 'Pedro Sato', submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas sob condições de ambiente (21,6 °C; 73,4% UR).

Tratamento	Tempo (dia)			
	1	3	5	7
Testemunha	2,42a	2,69d	3,61bc	5,16c
Manitol	2,42a	2,75cd	3,50cd	3,87ef
CaCl ₂ 1%	2,42a	2,61d	3,21d	6,24a
CaCl ₂ 2%	2,42a	3,55a	4,47a	5,79b
GA ₃ 100 mg.L ⁻¹	2,42a	3,02bc	3,75bc	3,73f
GA ₃ 200 mg.L ⁻¹	2,42a	3,43a	3,82b	5,16c
6-BAP 100 mg.L ⁻¹	2,42a	3,04bc	3,23d	3,99ef
6-BAP 200 mg.L ⁻¹	2,42a	3,30ab	4,46a	4,38d
IAA 100 mg.L ⁻¹	2,42a	2,67d	2,60e	5,01c
IAA 200 mg.L ⁻¹	2,42a	2,76cd	3,90b	4,12de

dms = 0,31; CV = 2,71%

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, nas colunas, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Os frutos da 'Pedro Sato', submetidos a todos os tratamentos apresentaram respiração bastante intensa e crescente (Tabela 12), com os dos tratamentos IAA a 100 e 200 mg.L⁻¹ e CaCl₂ 2% apresentando produção de CO₂ mais intensa no 7º dia. Não se observou um comportamento que caracterizasse os frutos desta cultivar como climatérico, o que é concordante com o observado por Mattiuz et al. (2000) para goiabas 'Paluma'.

Tabela 12. Produção de CO₂ (mgCO₂.kg⁻¹.h⁻¹) por goiabas 'Pedro Sato', submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas sob condições de ambiente (21,6 °C; 73,4% UR).

Tratamento	Tempo (dia)						
	1	2	3	4	5	6	7
Testemunha	85,78	59,50	67,44	88,62	112,62	134,22	118,93
Manitol	85,78	75,60	85,21	87,62	115,56	154,58	154,82
CaCl ₂ 1%	85,78	79,10	89,00	103,07	135,93	151,74	189,73
CaCl ₂ 2%	85,78	90,10	101,21	126,07	168,97	116,22	248,54
GA ₃ 100 mg.L ⁻¹	85,78	68,30	77,53	96,88	128,22	118,39	159,03
GA ₃ 200 mg.L ⁻¹	85,78	61,90	77,07	96,12	123,83	101,94	144,59
6-BAP 100 mg.L ⁻¹	85,78	92,90	105,44	108,63	157,76	70,05	164,58
6-BAP 200 mg.L ⁻¹	85,78	112,40	121,77	128,60	186,40	83,95	130,07
IAA 100 mg.L ⁻¹	85,78	99,50	108,25	123,06	166,23	111,85	203,16
IAA 200 mg.L ⁻¹	85,78	118,50	131,57	125,78	203,98	112,90	234,97

Conclusões

Os tratamentos com cloreto de cálcio a 2%, auxina a 100 mg.L⁻¹ e giberelina a 100 mg.L⁻¹ aumentaram a vida útil de goiabas 'Pedro Sato' em 2 dias, quando comparados ao testemunha, mantendo a aparência e levando-as a uma menor perda de massa fresca, sob condições de ambiente.

Referências Bibliográficas

AGRIANUAL 2002. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2002. p.364-367.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS INTERNATIONAL. **Official methods of analysis of the AOAC international**. 16 ed. Washington, 1997.v.2, p.6, 11, 16.

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

BARNETT, H. L., HUNTER, B. B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. 3.ed. Minneapolis: Beugess Publish., 1972. 241p.

BLUMENKRANTZ, N., ASBOE-HANSEN, G. New method for quantitative determination of uronic acids. **Analytical Chemistry**, New York, v.5, p.484-489, 1973.

BHULLAR, W. S., FARMAHAN, H. L. Studies on the ripening and storage behaviour of 'Safeda' guava (*Psidium guajava* L.). **Indian Food Packer**, Calcutta, v.34, n.4, p.5, 1980.

CHITARRA, M. I. F., CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras-MG: FAEP, 1990. 230p.

DUBOIS, M., GILLES, K. A., HAMILTON, J. K., REBER, P. A., SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, Washington, v.8, n.3, 1956. p.350-356.

DURIGAN, J. F. Colheita, conservação e embalagens. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA GOIABEIRA, 1. 1997, Jaboticabal. **Anais...**Jaboticabal: FUNEP, 1997. p.152-154.

FRENKEL, C., DYCK, R. Auxin inhibition of ripening in Bartlett pears. **Plant Physiology**, Rockville, n.51, p.6-9, 1972.

FRENKEL, C., KLEIN, I., DILLEY, D. R. Methods for the study of ripening and protein synthesis in intact pome fruits. **Phytochemistry**, Oxford. v.8, p.945-955, 1969.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 7º ed., Piracicaba: Nobel, 1977. 430p.

LIMA, M. A., DURIGAN, J. F. Conservação de goiabas 'Pedro Sato' associando-se refrigeração com diferentes embalagens plásticas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal. v. 22, n.2, p.232-235, 2000.

MATTIUZ, B-H, DURIGAN, J. F., TEIXEIRA, G. H. de A. Efecto de la injuria mecánica de impacto en la calidad poscosecha de guayaba 'Paluma'. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, Sonora, v.2, n. 2, p.115-120, 2000.

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

NETER, J., WASSERMAN, W., WHITMORE, G. A. **Applied linear statistical models**. Massachusetts: Allyn and Bacon, IAC, 1978, 745p.

PATHMANABAN, G., NAGARAJAN, M., MANIAN, K., ANNAMALAINATHAN, K. Effect of fused calcium salts on post harvest preservation in fruits. **Madras Agricultural Journal**, Coimbatore, v.82, n.1, p.47-50, 1995.

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

REYES, F. G. R., MARIN, S. M., BOLAÑOS, M. A. Determinação de pectina na goiaba. **Revista Brasileira de Tecnologia**, Campinas, v.7, p.313-315, 1976.

SALUNKHE, D. H., DESAI, B. B. **Postharvest biotechnology of fruits**, vol II, Florida: CRC Press, 1984, 147p.

SIDDIQUI, S., BANGERTH, F. The effect of calcium infiltration on structural changes in cell walls of stored apples. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v.5, n.71, p.703-708, 1996.

TAVARES, J. C. **Efeitos da refrigeração, cera, fungicida e cálcio na conservação pós-colheita da goiaba 'Paluma' (*Psidium guajava* L.)**. Jaboticabal: FCAVJ-UNESP, 1993. 93f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal).

TEAOTIA, S. S., TRIPATHI, C. S., SINGH, R. N. Effect of growth substances on ripening and quality of guava (*Psidium guajava* L.). **Journal of Food Science and Technology**, Chicago, n.9, p.38, 1972.

VENDRELL, M. Reversion of senescence: effect of 2,4-dichlorophenoxy-acetic acid and indoleacetic acid on respiration, ethylene production and ripening of banana fruit slices, **Australian Journal of Biological Science**, Melbourne, v.22, n. 3, p.601-610, 1969.

VENDRELL, M. Dual effect of 2,4-D on ethylene production and ripening of tomato fruit tissue. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.64, n. 4, p.559-563, 1985.

CAPÍTULO 4

EFEITO DA INTERAÇÃO ENTRE REGULADORES VEGETAIS E CÁLCIO NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE GOIABAS.

RESUMO: Observou-se o efeito da aplicação, de CaCl_2 a 2% associado com ácido giberélico (GA_3) ou com ácido indolacético (IAA), na dose de 200 mg.mL^{-1} e também a combinação desses três produtos ($\text{CaCl}_2 \times \text{GA}_3 \times \text{IAA}$), na conservação pós-colheita de goiabas 'Pedro Sato' e 'Paluma'. Utilizou-se uma solução de manitol (300mM) como veículo e as frutas receberam os tratamentos com cálcio e reguladores por infiltração a vácuo (500 mmHg por 20 minutos). Os frutos da 'Paluma' e da 'Pedro Sato' foram armazenados a $24,9^\circ\text{C}$, 78,5%UR e a $23,8^\circ\text{C}$, 69,0%UR, respectivamente, e analisados periodicamente, física e quimicamente. Os resultados obtidos indicam que os tratamentos $\text{CaCl}_2 \times \text{IAA}$ e $\text{CaCl}_2 \times \text{GA}_3 \times \text{IAA}$ foram os melhores na conservação pós-colheita das goiabas 'Paluma', porque reduziram a perda de massa fresca, propiciaram manutenção da aparência e menor desenvolvimento de podridões, aumentando em dois dias a vida útil das frutas, em relação ao Testemunha, e em um dia, em relação aos tratamentos Manitol e $\text{CaCl}_2 \times \text{GA}_3$. Para as goiabas 'Pedro Sato' os tratamentos $\text{CaCl}_2 \times \text{GA}_3$ e $\text{CaCl}_2 \times \text{GA}_3 \times \text{IAA}$ foram os que levaram à menor perda de massa fresca, mantiveram a aparência e propiciaram aumento de dois dias na vida útil, quando comparados com os demais tratamentos. Os tratamentos utilizados não influenciaram na taxa de respiração e na evolução da coloração dos frutos.

Palavras-chave: auxina, giberelina, cálcio, *Psidium guajava*, armazenamento.

Introdução

A goiaba (*Psidium guajava* L) apresenta rápido amadurecimento, 3 a 5 dias, depois de colhida (DURIGAN, 1997). O amolecimento que acontece com o amadurecimento em quase todos os frutos tem grande importância comercial, pois ele limita a vida pós-colheita do fruto quando ocorre muito rapidamente, levando

a aumento na incidência de injúrias mecânicas durante o manuseio e na susceptibilidade a doenças (BRADY, 1987).

O cálcio é um elemento essencial para a estrutura e funcionamento das membranas e paredes celulares, pois ele se encontra associado às substâncias pécticas da lamela média e membranas celulares, atuando na manutenção da estrutura das células, dando-lhes resistência. Sua deficiência provoca mudanças acentuadas nas membranas e alterações na arquitetura das mesmas (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

Segundo Hobson (1980), o etileno é o único regulador vegetal claramente envolvido, do início ao fim, com o amadurecimento. Existe um consenso generalizado de que o etileno e o ácido abscísico aceleram o amadurecimento e que as auxinas, as giberelinas e as citocininas o retardam. As auxinas podem atuar tanto como inibidoras como promotoras da biossíntese do etileno (LUDFORD, 1995; VENDRELL e PALOMER, 1997). O tratamento de pêras com auxina inibiu seu amadurecimento (FRENKEL e DYCK, 1972).

A aplicação exógena de auxina, na forma de 2,4 D, por imersão ou infiltração a vácuo, permitiu a Vendrell observar, em tomate (1985) e banana (1969), que ocorreu um aumento na produção de etileno, mas que também houve um retardo no amadurecimento, sendo que este último efeito prevaleceu, dependendo da distribuição e da concentração da auxina. Segundo Singh e Weaver (1983), o tratamento de uva com auxina a 50 ppm, 6 semanas após o pegamento do fruto, retardou o seu amadurecimento por 15 dias e não provocou nenhum efeito adverso à sua qualidade. Também há indicações de que o ácido indol acético retarda o início do climatério em bananas (VENDRELL, 1969).

Frutos tratados com ácido giberélico (GA_3) retêm sua coloração verde por um tempo maior, pois os tecidos jovens da casca oferecem melhor proteção contra desordens fisiológicas ou patológicas. Em laranjas, o tratamento com GA_3 em pré-colheita, retarda a colheita por semanas, enquanto em bananas, sua aplicação em pós-colheita, retarda o amadurecimento, mantendo o teor de clorofila da casca, a firmeza do fruto e a baixa taxa respiratória, dependendo das concentrações utilizadas (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

O uso do ácido giberélico, quando aplicado em pré-colheita, em nectarina retardou o amadurecimento e o desenvolvimento da coloração, mas não teve nenhum efeito nos conteúdos de sólidos solúveis totais e acidez titulável (LURIE *et al*, 1997). Em goiabas, seu efeito sobre o amadurecimento foi indicado pela redução na taxa de respiração e mudanças de coloração (TEAOTIA *et al*, 1972) e em “grapefruit” pela retenção da cor verde (McDONALD *et al*, 1997).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a ação de auxinas e giberelinas com o cálcio, quando aplicados após a colheita, no amadurecimento de goiabas.

Material e Métodos

O experimento foi instalado em fevereiro/2000, e utilizou-se goiabas vermelhas, das cultivares Paluma e Pedro Sato, no ponto de maturação “de vez”. Elas foram colhidas pela manhã e imediatamente transportadas ao Laboratório de Tecnologia dos Produtos Agrícolas da FCAV-UNESP, onde foram selecionadas e divididas em lotes contendo 4 frutos cada, que receberam os seguintes tratamentos: Testemunha, Manitol a 300mM; CaCl_2 a 2% com 200 mg.L^{-1} de ácido indol-3- acético ($\text{CaCl}_2 \times \text{IAA}$); CaCl_2 a 2% com 200 mg.L^{-1} de ácido giberélico ($\text{CaCl}_2 \times \text{GA}_3$); CaCl_2 a 2% com 200 mg.L^{-1} de ácido indol acético e de ácido giberélico ($\text{CaCl}_2 \times \text{GA}_3 \times \text{IAA}$).

Os frutos receberam os tratamentos por infiltração da solução, usando-se aplicação a vácuo (500 mmHg) por 20 minutos (Anexo 1- foto 1), conforme o sugerido por Frenkel *et al*. (1969). Estes frutos tinham a sua massa fresca determinada antes e depois de tratados, e pela diferença entre estas massas tinha-se a quantidade da solução absorvida. Utilizou-se como veículo destes tratamentos uma solução de manitol a 300Mm. Os frutos da ‘Paluma’ e da ‘Pedro Sato’ foram armazenados em ambiente (24,9 °C; 78,5% UR e 23,8°C, 69,0% UR, respectivamente).e analisados física e quimicamente.

Para as análises químicas, os frutos foram amostrados a cada 2 dias, em 2 repetições ou lotes de cada tratamento, que depois de terem seus frutos avaliados quanto a coloração e firmeza, eram triturados e o produto embalado em saco

plástico e estocado a -18°C , para posterior determinação dos teores ácido ascórbico, sólidos solúveis totais e acidez total titulável e do valor pH, segundo metodologia da AOAC (1997). Os teores de pectina total e solúvel foram determinadas em extrato obtido conforme o proposto por McCready e McComb (1952), segundo técnica adaptada de Blumenkrantz e Asboe-Hansen (1973), e os teores de açúcares solúveis determinados conforme o recomendado por Dubois et al. (1956).

Os frutos foram avaliados diariamente quanto a evolução da massa fresca, da respiração, da aparência, da cor e da presença de doenças. As alterações na aparência foram registradas e avaliadas, segundo uma escala de pontos, onde: 1=ótimo, 3=comercialmente aceitável e 5=totalmente murcho. A presença de doenças foi determinada pela relação entre o número de frutos com podridão e o total de frutos analisados, através de observação visual e identificação dos patógenos pelo Laboratório de Fitopatologia do Departamento de Defesa Fitossanitária da FCAV/UNESP. Isto era feito, através da observação de estruturas do agente em microscópio óptico comum e comparação destes com o apresentado por Barnett e Hunter (1972).

A coloração foi determinada utilizando-se um reflectômetro Minolta Chroma Meter CR-200b, o que permitiu avaliá-la utilizando-se o ângulo hue ou de cor.

A taxa respiratória foi medida colocando-se os frutos dentro de um recipiente hermeticamente fechado por uma hora, tomando-se alíquotas de 0,3 mL deste ambiente, antes e depois deste tempo, que eram avaliadas em Cromatógrafo GC Finnigan 9001, o que permitiu determinar o teor de CO_2 nas mesmas e conseqüentemente calcular a produção de CO_2 por unidade de tempo.

A evolução de massa fresca foi analisada estatisticamente usando-se regressão polinomial (GOMES, 1977).

Resultados e Discussão

A perda de massa fresca pelas goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato', Tabela 1, foi crescente em todos os tratamentos e pôde ser representada pelas equações de

regressão apresentadas na Tabela 2, que indicam relação de primeiro grau, significativa e indireta com o tempo de armazenamento. O tratamento $\text{CaCl}_2 \times \text{GA}_3 \times \text{IAA}$ foi o mais eficiente em manter a massa fresca da 'Paluma'. A 'Pedro Sato' apresentou comportamento diferente, pois os tratamentos não influenciaram na velocidade de perda de massa fresca, com o Testemunha e o $\text{CaCl}_2 \times \text{IAA}$ apresentando as menores perdas.

Tabela 1. Evolução da massa fresca, em porcentagem, em frutos de goiaba 'Paluma' e 'Pedro Sato', submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob condições de ambiente.

Tempo (dia)	Tratamentos				
	Testemunha	Manitol	$\text{CaCl}_2 \times \text{GA}_3$	$\text{CaCl}_2 \times \text{IAA}$	$\text{CaCl}_2 \times \text{GA}_3 \times \text{IAA}$
'Paluma' (24,9°C; 78,5% UR)					
1	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
2	96,69	97,36	97,15	97,44	97,78
3	92,91	93,15	82,61	93,40	94,25
4	91,08	91,21	90,45	91,66	92,57
5	88,52	88,52	87,41	88,74	90,21
6	85,95	85,76	84,31	85,44	87,83
7	83,95	83,66	81,95	83,81	85,89
8	81,96	81,56	79,55	81,58	83,93
9	80,52	80,07	78,12	80,11	82,74
'Pedro Sato' (23,8°C; 69,0% UR)					
1	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
2	98,11	97,89	97,96	98,09	97,89
3	95,51	95,12	95,29	95,64	95,17
4	94,27	93,84	94,01	94,47	93,88
5	91,38	91,10	91,85	92,01	91,15
6	89,51	89,67	89,58	90,18	89,26
7	87,52	86,60	87,29	87,88	87,01
8	86,09	85,06	85,86	86,42	85,47
9	83,85	82,80	83,81	84,32	83,42

Tabela 2. Equações de regressão obtidas para a evolução da massa fresca, em função do tempo de armazenamento sob condições de ambiente, de goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato', submetidas a diferentes tratamentos.

Tratamentos	Y = A - BX ^a	r	Tempo (dia)
'Paluma' (24,9 °C; 78,5% UR)			
Testemunha	Y = 101,16-2,4193X	-0,9929**	1-9
Manitol	Y= 101,66-2,5258X	-0,9941**	1-9
CaCl ₂ xGA	Y= 101,54-2,6078X	-0,9878**	1-9
CaCl ₂ xIAA	Y= 101,16-2,4193X	-0,9929**	1-9
CaCl ₂ xGA ₃ xIAA	Y= 101,58-2,2008X	-0,9953**	1-9
'Pedro Sato' (23,8°C; 69,0% UR)			
Testemunha	Y = 101,92-2,0233X	-0,9983**	1-9
Manitol	Y= 102,05-2,1417X	-0,9983**	1-9
CaCl ₂ xGA ₃	Y= 101,86-2,0248X	-0,9988**	1-9
CaCl ₂ xIaa	Y= 101,90-1,9590X	-0,9990**	1-9
CaCl ₂ xGA ₃ xIAA	Y= 101,84-2,0753X	-0,9986**	1-9

^aY=massa dos frutos (g) e X= dias de armazenamento. **=significativo a 1% de probabilidade.

A aparência dos frutos da 'Paluma', quando estes foram submetidos aos tratamentos CaCl₂xIAA e CaCl₂xGA₃xIAA (Tabela 3), manteve-se dentro do limite comercial até o 6^o dia de armazenamento, considerando-se a nota 3,0 para este parâmetro. Esses tratamentos propiciaram aumento de 2 dias na vida útil dos frutos quando comparados com os do Testemunha, e de um dia em relação ao Manitol e ao CaCl₂xGA₃. Nos frutos da 'Pedro Sato' os tratamentos CaCl₂xGA₃ e CaCl₂xGA₃xIAA foram os que mantiveram aparência comercial por mais tempo, ou seja, até o 6^o dia de armazenamento, indicando um acréscimo na vida útil dos frutos de 2 dias, quando comparados com os outros tratamentos.

Tabela 3. Evolução da aparência e da porcentagem de podridões em frutos de goiaba 'Paluma' e 'Pedro Sato', submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas sob condições de ambiente (24,9°C; 78,5%UR e 23,8°C; 69,0%UR, respectivamente).

Tempo (dia)	Tratamentos									
	Testemunha		Manitol		CaCl ₂ xGA ₃		CaCl ₂ xIAA		CaCl ₂ xGA ₃ xIAA	
	Ap. ¹	Do. ²	Ap.	Do.	Ap.	Do.	Ap.	Do.	Ap.	Do.
'Paluma' (24,9 °C; 78,5% UR).										
1	1,00	0	1,00	0	1,00	0	1,00	0	1,00	0
2	1,00	0	1,00	0	1,00	0	1,00	0	1,00	0
3	2,50	0	2,50	0	2,00	0	2,00	0	2,00	0
4	3,00	0	3,00	0	3,00	0	3,00	0	3,00	0
5	3,25	6,2	3,00	0	3,00	0	3,00	0	3,00	0
6	3,50	6,2	3,50	0	3,50	0	3,00	1	3,00	0
7	3,50	6,2	3,50	6,2	3,50	6,2	3,50	12,5	3,50	18,8
8	4,25	12,5	4,00	50,0	4,00	31,2	4,00	31,2	3,50	18,8
'Pedro Sato' (23,8°C; 69,0% UR).										
1	1,00	0	1,00	0	1,00	0	1,00	0	1,00	0
2	1,00	0	1,00	0	1,00	0	1,00	0	1,00	0
3	2,00	0	2,00	0	2,00	0	2,00	0	2,00	0
4	2,00	0	2,00	0	2,00	0	2,00	0	2,00	0
5	3,00	25,0	3,00	6,2	2,00	0	2,75	6,2	2,50	0
6	3,75	43,8	3,50	18,8	3,00	0	3,50	6,2	3,00	0
7	4,00	75,0	4,00	68,8	3,75	31,2	3,75	43,8	3,00	18,8
8	5,00	100,0	5,00	100,0	4,00	93,8	4,00	81,2	4,00	68,75

¹Do=doença (porcentagem de frutos com sintomas entre os 16 frutos avaliados).

²Ap.=aparência (1=ótimo, 3=comercialmente aceitável e 5=fruto totalmente murcho).

A incidência de podridões nos frutos da 'Paluma' (Tabela 3) não foi limitante à manutenção da qualidade comercial, pois quando isto ocorreu os frutos já estavam no limite da qualidade comercial, senescentes. Os tratamentos aplicados a estes frutos não influenciaram no desenvolvimento de doenças. Nos frutos da 'Pedro Sato' (Tabela 3), os tratamentos que utilizaram o cloreto de cálcio, apresentaram incidência de doenças menor do que nos tratamentos controle, Testemunha e Manitol, o que não está de acordo com Botelho (1996) que observou efeito estimulatório do cálcio no desenvolvimento da antracnose.

A análise dos frutos doentes indicou que a infecção incidente era a antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum sp.*

A evolução da coloração externa dos frutos 'Paluma' e 'Pedro Sato', expressa pelo angulo hue ou de cor (Tabela 4), não foi influenciada pelos

tratamentos, pois os frutos de todos os tratamentos passaram da coloração verde para amarelo, sem diferenças significativas no tempo para esta evolução.

Tabela 4. Evolução do ângulo hue ou de cor em frutos de goiaba 'Paluma' e 'Pedro Sato', submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob condições de ambiente.

Tratamentos	Tempo (dia)			
	1	2	5	7
'Paluma'(24,9°C; 78,5%UR)				
Testemunha	120,87	113,77	108,57	104,26
Manitol	120,87	113,91	103,17	103,74
CaxGA ₃	120,87	114,85	109,16	99,00
CaxIAA	120,87	114,23	103,87	97,12
CaxGA ₃ xIAA	120,87	116,05	102,84	97,70
Média	120,87a	114,56b	105,52c	100,36d
'Pedro Sato'(23,8°C; 69,0%UR)				
T	118,03	100,08	94,67	92,86
Manitol	118,03	106,03	96,00	94,98
CaxGA ₃	118,03	103,23	95,20	91,46
CaxIAA	118,03	105,18	96,01	92,27
CaxGA ₃ xIAA	118,03	105,37	95,38	91,73
Média	118,03a	103,98b	95,45c	92,66d

'Paluma' - dms= 4,068; CV= 2,944%; 'Pedro Sato' - dms= 4,00; CV= 2,60%

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A textura diminuiu em função do tempo de armazenamento, evoluindo de 95,9 N no fruto “de vez” para 21,6 – 27,8 N, nos frutos da cultivar Paluma. A 'Pedro Sato' apresentou melhor manutenção da textura evoluindo de 87,9 N para 30,5 – 46,0 N. Os tratamentos utilizados não influenciaram na evolução da textura, pois os tratamentos controle, Testemunha e Manitol, apresentaram textura mais firme, no final do armazenamento, para os frutos das duas variedades. Não se observou diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 5).

Tabela 5. Evolução da firmeza (N) em frutos de goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato', submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob condições de ambiente.

Tempo (dia)	Tratamentos				
	Testemunha	Manitol	CaCl ₂ XGA ₃	CaCl ₂ XIAA	CaCl ₂ XGA ₃ XIAA
'Paluma'(24,9°C; 78,5%UR)					
1	95,9	95,9	95,9	95,9	95,9
3	32,0	49,2	33,5	36,3	34,7
5	26,6	17,7	25,4	23,3	22,7
7	22,3	27,8	22,9	24,2	21,6
Média	44,2a	47,6a	44,4a	44,9a	43,7a
'Pedro Sato'(23,8°C; 69,0%UR)					
1	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9
3	78,4	93,2	95,2	66,7	63,6
5	57,5	68,6	63,3	42,1	32,1
7	42,5	46,0	30,5	32,9	31,6
Média	66,6ab	73,9a	69,2ab	57,4bc	53,8c

'Paluma' – dms= 2,49; CV =37,02 %; 'Pedro Sato' – dms= 12,86; CV= 13,5%
Médias seguidas de pelo menos uma letra comum não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

O conteúdo de pectina total diminuiu e o de solúvel aumentou nos frutos das duas variedades submetidos a todos os tratamentos (Tabela 6). Isto reafirma o relatado por Reyes *et al.*(1976) e Salunke e Desai (1984). Na 'Pedro Sato', os tratamentos utilizados não influíram na evolução destes conteúdos, enquanto nos da variedade Paluma houve diferença no 5º dia de armazenamento, quando o tratamento Manitol apresentou maior solubilização de pectina que o tratamento CaCl₂XIAA, porém sem ser diferente dos demais. A estrutura deste fruto talvez não permita que os reguladores absorvidos influam no processo de amadurecimento do fruto. Bantash e Arasimovich (1989) observaram esta necessidade quando aplicaram, em pós-colheita, para retardar o amolecimento de maçãs, e que este tinha que ser incorporado nas moléculas de protopectina da lamela média, para retardar sua hidrólise.

Tabela 6. Evolução no conteúdo de pectina total e solúvel em frutos de goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato', submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob condições de ambiente.

Tratamento	Tempo (dia)					
	Pectina Total		Pectina Solúvel			
	1	7	1	3	5	7
'Paluma'(24,9 °C; 78,5% UR)						
Testemunha	0,87	0,65	0,32A	0,30A	0,60AB	0,50A
Manitol	0,87	0,60	0,32A	0,40A	0,66A	0,49A
CaCl ₂ XGA ₃	0,87	0,70	0,32A	0,41A	0,53BC	0,50A
CaCl ₂ xIAA	0,87	0,64	0,32A	0,36A	0,44C	0,61A
CaCl ₂ xGA ₃ xIAA	0,87	0,68	0,32A	0,33A	0,57ABC	0,62A
'Pedro Sato'(23,8°C; 69,0% UR)						
Testemunha	0,70	0,40	0,29	0,45	0,50	0,56
Manitol	0,70	0,38	0,29	0,42	0,48	0,62
CaCl ₂ XGA ₃	0,70	0,45	0,29	0,59	0,52	0,61
CaCl ₂ xIAA	0,70	0,50	0,29	0,53	0,45	0,59
CaCl ₂ xGA ₃ xIAA	0,70	0,53	0,29	0,50	0,49	0,47
Média	0,70	0,45	0,29c	0,50b	0,48b	0,56a

'Paluma' – dms= 0,1323; CV = 9,95%; 'Pedro Sato' – dms= 0,0571; CV= 9,83%

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

O conteúdo de ácido ascórbico, apresentado na Tabela 7, diminuiu ao longo do tempo de armazenamento, tanto nos frutos da 'Paluma' como nos da 'Pedro Sato'. Os tratamentos utilizados não influenciaram na evolução na 'Pedro Sato', enquanto as 'Paluma', submetidas ao tratamento CaCl₂xGA₃xIAA, no 3º e 5º dia, apresentaram o menor conteúdo, que no 7º dia, já não se apresentou diferente dos demais.

Tabela 7. Conteúdo de ácido ascórbico (mg de ácido ascórbico.100g de polpa⁻¹) em frutos de goiaba 'Paluma' e 'Pedro Sato', submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob condições de ambiente.

Tempo (dia)	Tratamentos				
	Testemunha	Manitol	CaCl ₂ xGA ₃	CaCl ₂ xIAA	CaCl ₂ xGA ₃ xIAA
'Paluma'(24,9 °C; 78,5% UR)					
1	72,73a	72,73a	72,73a	72,73a	72,73a
3	54,80a	55,77a	50,32a	54,41a	40,21b
5	52,39bc	64,45a	58,76ab	51,22bc	50,66c
7	44,64a	38,89ab	34,83b	39,11ab	42,14ab
'Pedro Sato'(23,8°C; 69,0% UR)					
1	97,37	97,37	97,37	97,37	97,37
3	77,93	71,50	73,00	77,26	73,04
5	77,26	66,96	78,83	77,66	79,35
7	75,89	72,28	68,50	75,54	79,64
Média	82,10a	77,15a	79,42a	81,96a	82,35a

'Paluma' – dms= 8,15, CV = 9,95 %; 'Pedro Sato' – dms= 7,03, CV= 5,83%

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, minúscula nas linhas, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

O conteúdo de acidez total titulável, Tabela 8, não variou significativamente em função do tempo, e detectou-se diferença somente entre os tratamentos aplicados à 'Pedro Sato', no 7º dia de armazenamento, quando a redução nos frutos submetidos ao tratamento CaCl₂xGA₃ foi diferente dos demais.

Tabela 8. Conteúdo de acidez total titulável, (mg de ácido cítrico.100g⁻¹ de polpa) em frutos de goiaba 'Paluma' e 'Pedro Sato', submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob condições de ambiente.

Tempo (dia)	Tratamentos				
	Testemunha	Manitol	CaCl ₂ xGA ₃	CaCl ₂ xIAA	CaCl ₂ xGA ₃ xIAA
'Paluma'(24,9 °C; 78,5% UR)					
1	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
3	0,51	0,51	0,52	0,53	0,50
5	0,58	0,54	0,53	0,48	0,49
7	0,57	0,56	0,45	0,50	0,49
Média	0,53a	0,52a	0,49a	0,49a	0,48a
'Pedro Sato' (23,8°C; 69,0% UR)					
1	0,54a	0,54a	0,54a	0,54a	0,54a
3	0,60a	0,63a	0,62a	0,53a	0,54a
5	0,62a	0,62a	0,60a	0,62a	0,63a
7	0,56bc	0,63ab	0,46bc	0,61ab	0,66a

'Paluma' – dms= 0,0451, CV = 5,93%; 'Pedro Sato' – dms= 0,1079, CV= 6,18%

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, minúscula nas linhas, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Os valores de pH, medidos no homogeneizado de polpa dos frutos (Tabela 9), foram crescentes na maioria dos tratamentos, durante o amadurecimento. Estes não apresentaram diferenças significativas na sua evolução em função do tratamento utilizado.

Tabela 9. Evolução no pH, em frutos de goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato', submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob condições de ambiente.

Tempo (dia)	Tratamentos				
	Testemunha	Manitol	CaCl ₂ xGA ₃	CaCl ₂ xIAA	CaCl ₂ xGA ₃ xIAA
'Paluma'(24,9 °C; 78,5% UR)					
1	3,89	3,89	3,89	3,89	3,89
3	3,80	3,50	3,80	3,76	3,81
5	3,85	3,78	3,81	3,83	3,82
7	3,95	3,96	4,01	3,98	3,95
Média	3,87a	3,78a	3,88a	3,86a	3,86a
'Pedro Sato'(23,8°C; 69,0% UR)					
1	3,63	3,63	3,63	3,63	3,63
3	3,83	3,80	3,83	3,86	3,82
5	3,82	3,80	3,50	3,78	3,76
7	3,83	3,81	3,50	3,50	3,76
Média	3,77a	3,76a	3,61a	3,69a	3,74a

'Paluma' – dms= 0,269, CV = 4,69%; 'Pedro Sato' – dms=0,476, CV= 0,84%
Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, nas linhas, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Os conteúdos de sólidos solúveis totais e carboidratos solúveis (Tabelas 10 e 11) tiveram aumento inicial, seguido de pequeno decréscimo ao final do período de armazenamento, o que é um processo natural e que ocorre na maioria dos frutos. Os tratamentos utilizados não influenciaram na evolução dos conteúdos de sólidos solúveis totais, não apresentando diferenças significativas entre os tratamentos para as goiabas 'Pedro Sato'. Nas 'Paluma', no 3º dia, os controle (Testemunha e Manitol), e no 5º dia, o CaCl₂xGA₃, foram os que apresentaram os maiores conteúdos, o que não chega a indicar modificações apreciáveis.

Tabela 10. Conteúdo de sólidos solúveis totais (°Brix) em frutos de goiaba 'Paluma' e 'Pedro Sato', submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob condições de ambiente.

Período (dia)	Tratamentos				
	Testemunha	Manitol	CaCl ₂ XGA ₃	CaCl ₂ xIAA	CaCl ₂ xGA ₃ xIAA
'Paluma' (24,9 °C; 78,5% UR)					
1	8,25a	8,25a	8,25a	8,25a	8,25a
3	9,50ab	10,25a	8,75bc	8,50bc	9,25c
5	9,15b	9,90b	11,20a	9,90b	9,45b
7	9,10a	9,45a	8,55a	9,15a	8,55a
'Pedro Sato' (23,8°C; 69,0% UR)					
1	9,25	9,25	9,25	9,25	9,25
3	9,75	9,00	9,75	9,75	10,00
5	10,00	10,15	8,25	8,50	9,75
7	10,25	10,00	10,75	10,25	10,00
Média	9,81a	9,60a	9,50a	9,43a	9,75a

'Paluma' – dms= 0,9568, CV = 3,77%; 'Pedro Sato' – dms=0,967, CV= 6,72%
Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, minúscula nas linhas, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 11. Conteúdo de carboidratos solúveis, expresso em g de glicose.100g⁻¹ de polpa, em frutos de goiaba 'Paluma' e 'Pedro Sato', submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob condições de ambiente.

Tempo (dia)	Tratamentos				
	Testemunha	Manitol	CaCl ₂ xGA ₃	CaCl ₂ xIAA	CaCl ₂ xGA ₃ xIAA
'Paluma' (24,9 °C; 78,5% UR)					
1	4,81a	4,81a	4,81a	4,81a	4,81a
3	4,64ab	5,16ab	5,58ab	4,18b	5,79a
5	6,80a	6,23a	6,98a	6,68a	5,93a
7	6,68a	5,62ab	5,72ab	6,24ab	4,94b
'Pedro Sato' (23,8°C; 69,0% UR)					
1	4,42a	4,42a	4,42a	4,42a	4,42a
3	4,91a	4,70a	4,94a	5,11a	4,86a
5	9,45a	7,95b	7,58b	8,05b	7,42b
7	7,25a	7,47a	7,92a	6,93a	7,11a

'Paluma' – dms= 1,63, CV = 9,84%; 'Pedro Sato' – dms=1,21, CV= 7,01%
Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, nas linhas, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A produção de CO₂ pelos frutos, Tabela 12, aconteceu com intensidade alta, e com aumentos sucessivos do 1º ao 7º dia de armazenamento, para ambas as variedades.

Tabela 12. Produção de CO₂ (mgCO₂.kg⁻¹.h⁻¹), por frutos de goiaba 'Paluma' e 'Pedro Sato', submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob condições de ambiente.

Tempo (dia)	Tratamentos				
	Testemunha	Manitol	CaCl ₂ xGA ₃	CaCl ₂ xIAA	CaCl ₂ xGA ₃ xIAA
'Paluma' (24,9 °C; 78,5% UR)					
1	130,91	130,91	130,91	130,91	130,91
2	120,32	115,42	119,71	134,5	110,34
3	149,83	157,52	161,97	164,56	165,63
4	117,76	123,2	124,96	125,25	122,91
5	221,76	247,07	230,44	234,58	227,13
6	214,46	231,85	211,15	227,15	224,67
7	155,29	158,18	198,65	180,83	185,90
'Pedro Sato' (23,8°C; 69,0% UR)					
1	68,06	68,82	76,81	100,09	115,00
2	118,00	104,09	123,56	49,63	130,71
3	107,00	104,33	121,64	51,39	95,19
4	102,91	79,94	87,03	96,89	80,48
5	141,38	98,12	103,99	126,44	102,68
6	167,89	134,91	169,28	140,37	175,16
7	198,10	223,59	234,05	183,78	278,27

Conclusões

Os tratamentos CaCl₂xIAA e CaCl₂xGA₃xIAA para as goiabas 'Paluma' e o CaCl₂xGA₃xIAA para a 'Pedro Sato', propiciaram melhor manutenção da qualidade do frutos, aumentando em 2 dias a vida de prateleira. Não se observou efeito dos tratamentos utilizados na evolução da textura, nos conteúdos de acidez total titulável e carboidrato solúvel, e nos valores de pH e coloração.

Referências Bibliográficas

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS INTERNATIONAL. **Official methods of analysis of the AOAC international**. 16 ed. Washington, 1997.v.2, p.6, 11, 16.

BANTASH, V. G.; ARASIMOVICH, V. V. Characteristics of the pectin complex in apple fruits treated with calcium chloride. **Izvestiya Akademi Nauk Moldavskoi, Russian**, n.5, p.23-26, 1989. In: CAB Abstracts, 1992. CR-ROM.

BARNETT, H. L., HUNTER, B. B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. Minneapolis: Beuggess Pub. Co., 1972. 241p.

BLUMENKRANTZ, N., ASBOE-HANSEN, G. New method for quantitative determination of uronic acids. **Analitical Chemistry**, New York, v.5, p.484-489, 1973.

BOTELHO, R. V. **Efeito do tratamento pós-colheita com cálcio na ocorrência de antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) e no amadurecimento de goiabas (*Psidium guajava* L.) 'Branca de Kumagai'**. Botucatu: FCA-UNESP, 1996. 122f. Dissertação (Mestrado em Horticultura).

BRADY, C. J. Fruit ripening. **Annual Review of Plant Physiology**, California, v.38, 1987. p.155-177.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBER, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, Washington, v.8, n.3, 1956. p.350-356.

CHITARRA, M. I. F., CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças - fisiologia e manuseio**. Lavras-MG: FAEP, 1990. 230p.

DURIGAN, J. F. Colheita, conservação e embalagens. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA GOIABEIRA, 1, 1997, Jaboticabal. **Anais...**Jaboticabal: FUNEP, 1997, p.152-4.

FRENKEL, C., KLEIN, I., DILLEY, D. R. Methods for the study of ripening and protein synthesis in intact pome fruits. **Phytochemistry**,v.8, p.945-955, 1969.

FRENKEL, C., DYCK, R. Auxin inhibition of ripening in Bartlett pears. **Plant Physiology**, Rockville, n.51, p.6-9, 1972.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 7ª ed. Piracicaba: Nobel, 1977. 430p.

HOBSON, G.E. Effect of the introduction of non-ripening mutant genes on the composition and enzyme content of tomato fruit. **Journal of Sciences of Food and Agricultural**, n.31, 1980, p.578-584.

LURIE, S., BEN-AIRE, R., ZILKAH, S. The ripening and storage quality of nectarine fruits in response to preharvest application of gibberellic acid. **Acta Horticulturae**, Valencia, n.463, p.341-347, 1997.

LUDFORD, P. L. Postharvest hormone changes in vegetables and fruits. In: DAVIES, P. J. (ed.). **Plant hormones**. The Netherlands: Kluwer Ac. Pub., p.725-750, 1995.

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

McDONALD, R. E., GREANY, P. D., SHAW, P.E., McCOLLUM, T. G. Preharvest applications of gibberellic acid delay senescence of Florida grapefruit. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v.72, n.3, p.461-468, 1997.

REYES, F. G. R., MARIN, S. M., BOLAÑOS, M. A. Determinação de pectina na goiaba. **Revista Brasileira de Tecnologia**, Campinas, v.7, p.313-315, 1976.

SALUNKHE, D. H., DESAI, B. B. **Postharvest biotechnology of fruits**, vol II, Florida: CRC Press, 1984, 147p.

SINGH, S., WEAVER, R. J. Effect of timing of benzothiazole-2-oxyacetic acid on ripening of 'Tokay' grapes. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, Nova Delhi, v.53, n.12, p.1031-1034, 1983.

TEAOTIA, S. S., TRIPATH, C. S., SINGH, R. N. Effect of growth substances on ripening and quality of guava (*Psidium guajava* L.). **Journal of Food Science and Technology**, Chicago, n.9, p.38, 1972.

VENDRELL, M., PALOMER, X. Hormonal control of fruit ripening in climateric fruits, **Acta Horticulturae**, Valencia, n.444, p.325-334, 1997.

VENDRELL, M. Dual effect 2,4-D on ethylene production and ripening of tomato fruit tissue. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen. n.64, p.559-563, 1985.

VENDRELL, M. Reversion of senescence: effect of 2,4-dichlorophenoxy-acet acid and indoleacetic acid on respiration, ethylene production and ripening of banana fruit slices, **Australian Journal of Biological Science**, Melbourne, n.22, p.601-610, 1969.

CAPÍTULO 5

CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE GOIABAS UTILIZANDO-SE CÁLCIO E ÁCIDO GIBERÉLICO, ASSOCIADOS A DIFERENTES FILMES PLÁSTICOS.

RESUMO: Frutos de goiabeira 'Paluma' e 'Pedro Sato' foram submetidos aos tratamentos: Testemunha (sem tratamento); CaCl_2 a 2% e ácido giberélico a 200 mg.L^{-1} (GA_3), através de infiltração a vácuo (500 mmHg), em solução de manitol a 300 mM, por 20 minutos. Os frutos foram embalados em bandejas de PET, revestidas com filme de polietileno de baixa densidade, tendo 5% da área perfurada, de celofane ou de cloreto de polivinila, e foram em seguida armazenados a 10°C e 94% UR. Estes frutos foram avaliados a cada 2 dias, quanto a evolução da massa fresca, da aparência e da presença de doenças, e a cada 5 dias quanto a porcentagem de CO_2 no interior das embalagens, coloração, firmeza e conteúdo de pectina solúvel. O cálcio e o ácido giberélico não apresentaram efeito no amadurecimento das goiabas. A conservação pós colheita destes frutos foi função da refrigeração e das embalagens, que reduziram o metabolismo dos mesmos. Os filmes testados propiciaram vida útil de 15 dias para as goiabas 'Pedro Sato' e de 18 dias para as 'Paluma'.

Palavras-chave: armazenamento, *Psidium guajava*, refrigeração, embalagens, PVC, PEDB, celofane.

Introdução

Segundo Jacomino (2001), a goiaba é uma fruta climatérica que apresenta rápido amadurecimento após a colheita e sua vida de prateleira é de 2 a 3 dias, sob condições de ambiente. Os principais fatores depreciadores da qualidade, na pós-colheita desta fruta, são o rápido amarelecimento, o amolecimento, a alta incidência de podridões e o murchamento.

Várias técnicas têm sido utilizadas para aumentar a vida útil de goiabas, como: embalagens, refrigeração, cálcio e reguladores vegetais. Pathmanaban et al.(1995) trataram goiabas por imersão em solução de CaCl_2 a 4%, por 1 hora,

antes de embala-las em sacos plásticos contendo CaCl_2 fundido. Os frutos foram armazenados ao ambiente, e apresentaram retardo no amadurecimento, no desenvolvimento da coloração e na perda da firmeza. As giberelinas e as citocininas também têm efeito no amadurecimento, retardando a perda de clorofila, o acúmulo de carotenóides e o amaciamento da casca (LEOPOLD e KRIEDEMANN, 1975). Aplicações de ácido giberélico, em pós-colheita, aumentaram a vida útil goiabas, reduzindo-lhes a taxa de respiração e as mudanças na coloração (TEAOTIA *et al*, 1972).

Segundo Chitarra e Chitarra (1990), frutos tratados com ácido giberélico (GA_3) retém sua coloração verde por um tempo maior, pois os tecidos jovens da casca oferecem proteção contra desordens fisiológicas ou patológicas. Em laranjas, o tratamento da fruta com ácido giberélico antes da colheita, retarda a mesma por semanas, enquanto em bananas, sua aplicação após a colheita, retarda o amadurecimento, mantendo o teor de clorofila da casca, a firmeza do fruto e a baixa taxa respiratória, o que depende da concentração utilizada. Este ácido, quando aplicado em nectarina, na pré-colheita, retardou o amadurecimento e o desenvolvimento da coloração, mas não teve nenhum efeito no conteúdo de sólidos solúveis totais e na acidez titulável (LURIE *et al*, 1997).

Siddiqui e Bangerth (1996) revisaram vários autores e concluíram que o cálcio participa de forma importante da estrutura e da resistência mecânica da parede celular, e que o acúmulo dos cátions Ca^{2+} pode facilitar a ligação entre os polímeros de pectina, particularmente na lamela média, aumentando esta resistência. Joyce *et al*. (2001) avaliaram o efeito do cloreto de cálcio a 4%, quando aplicado por infiltração a -33kPa em mangas, após a colheita, e verificaram que não houve efeito positivo na ampliação da vida de prateleira destes frutos, pois a perda de massa fresca, a coloração e a firmeza foram similares nos frutos, tratados ou não.

Em goiabas a temperatura mínima e o tempo de refrigeração variam com a cultivar e o estágio de maturação e tem-se recomendado temperaturas entre 8°C e 10°C e 85-90% UR, para conservá-las por até quatro semanas (DURIGAN, 1997).

Lima e Durigan (2000) avaliaram goiabas 'Pedro Sato' armazenadas por 13 dias, a 10°C, depois de embaladas em sacos de polietileno com 5% e 10% da superfície perfurada, ou em bandejas de isopor recobertas com filmes de PVC. Este último tratamento mostrou ser o mais eficiente, para a manutenção da aparência e retardar a perda de massa fresca.

Tendo-se estas informações, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do cálcio, do ácido giberélico e diferentes filmes plásticos na conservação pós-colheita de goiabas.

Material e Métodos

Foram utilizadas goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato', no estágio de maturação que corresponde à coloração verde-mate (PEREIRA, 1995), colhidos em novembro de 2000, pela manhã, a 30 km de distancia e imediatamente transportados para o Laboratório dos Produtos Agrícolas da UNESP/Jaboticabal, onde foram lavados em água corrente, selecionados e submetidos aos seguintes tratamentos: Testemunha (sem tratamento), CaCl_2 a 2% ou Ácido giberélico a 200 mg.L^{-1} . Os frutos receberam os tratamentos com cálcio e ácido giberélico por infiltração a vácuo (500 mmHg por 20 minutos), conforme o preconizado por Frenkel *et al* (1969), utilizando-se como veículo uma solução aquosa de manitol a 300 mM (Anexo 1-foto 1). Estes frutos tinham a sua massa fresca determinada antes e depois de tratados, e pela diferença entre estas massas tinha-se a quantidade da solução absorvida. Utilizaram-se 378 frutos de cada variedade, que depois de tratados, foram embalados, em grupo de 3 frutos, em bandejas de tereftalato de polietileno (PET) cobertas com filme de polietileno de baixa densidade (PEDB), espessura de 0,02mm e tendo 5% da área perfurada, celofane com 0,02 mm de espessura ou cloreto de polivinila (PVC) com espessura de 0,01 mm (Anexo 1-foto 2), totalizando 126 embalagens por variedade, sendo 14 por tratamento, que foram armazenados em câmara fria (10°C, 94%UR).

Amostras destes frutos foram avaliadas a cada 2 dias, quanto a perda de massa fresca, aparência e presença de doenças, e a cada 5 dias quanto ao conteúdo de pectina solúvel, ácido ascórbico, sólidos solúveis totais e acidez total

titulável e dos valores de pH, firmeza e coloração. As alterações na aparência foram registradas e avaliadas, segundo uma escala de pontos, onde: 1=ótimo; 3=comercialmente aceitável e 5=totalmente murcho. A presença de podridões foi relatada pela porcentagem de frutos doentes, dentre os frutos analisados, através de observação visual e identificação dos seus agentes (BARNETT e HUNTER, 1972). A coloração foi caracterizada através do ângulo hue ou de cor, utilizando-se um reflectômetro Minolta Croma Meter CR-200b (MINOLTA, 1994). A firmeza foi determinada utilizando-se penetrômetro Bishop mod. FT 327 com ponteira de 8 mm, e leituras em pontos equatoriais e opostos nos frutos. O conteúdo de pectina solúvel foi extraído segundo o método de McCready e McComb (1952) e a determinação foi realizada de acordo com a técnica adaptada de Blumenkrantz e Asboe-Hansen (1973). Os teores de ácido ascórbico, sólidos solúveis totais e acidez total titulável e do valor pH, foram determinados segundo metodologia da AOAC (1997) e os teores de açúcares solúveis determinados conforme o recomendado por Dubois et al. (1956).

Avaliou-se também, a cada 5 dias, a porcentagem de CO₂ no interior das embalagens, utilizando-se Cromatógrafo GC Finnigan 9001.

Este experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com 2 repetições, num esquema fatorial 9x5 com os fatores, filmes plásticos e datas de análise.

Resultados e Discussão

As goiabas 'Paluma' armazenadas sob refrigeração, apresentaram a menor perda de massa fresca quando embaladas em bandejas PET revestidas com filme de PVC, enquanto as demais apresentaram perdas semelhantes. Para as 'Pedro Sato', o filme de PVC também foi mais eficiente que os demais, com exceção dos que receberam tratamento com ácido giberélico e apresentaram perdas semelhante aos outros tratamentos. A massa fresca das goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato' decresceram de maneira constante, em todos os tratamentos, o que pode ser representado pelas equações apresentadas na Tabela 1, as quais indicam relação significativa, indireta e de primeiro grau com o tempo de

armazenamento. Deve-se deixar observado que as goiabas 'Pedro Sato' sempre perderam mais massa, em todos os tratamentos, que as 'Paluma'.

Tabela 1. Equações de regressão, representativas da evolução da massa fresca de goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato', submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas sob refrigeração (10,0°C; 94,0%), durante 20 dias

Tratamentos		Y = A – BX ^a	r
'Paluma'			
	Testemunha	Y = 100,8750-0,7350X	-0,9947**
Poliétileno	CaCl ₂ 2%	Y= 100,7579-0,5687X	-0,9953**
	GA ₃	Y= 100,7032-0,5082X	-0,9901**
	Testemunha	Y= 100,1614-0,1389X	-0,9859**
PVC	CaCl ₂ 2%	Y= 100,2268-0,1335X	-0,9556**
	GA ₃	Y = 100,1664-0,1148X	-0,9824**
	Testemunha	Y= 100,9261-0,5286X	-0,9843**
Celofane	CaCl ₂ 2%	Y= 101,0636-0,6752X	-0,9583**
	GA ₃	Y= 100,9671-0,5538X	-0,9855**
	'Pedro Sato'		
	Testemunha	Y = 100,7396-0,5430X	-0,9951**
Poliétileno	CaCl ₂ 2%	Y= 100,7943-0,7193X	-0,9982**
	GA ₃	Y= 100,8882-0,8382X	-0,9956**
	Testemunha	Y= 100,3279-0,1537X	-0,9059**
PVC	CaCl ₂ 2%	Y= 100,4014-0,1923X	-0,9199**
	GA ₃	Y = 102,0157-0,1908X	-0,9430**
	Testemunha	Y= 101,8486-1,0269X	-0,9212**
Celofane	CaCl ₂ 2%	Y= 102,7025-1,3492X	-0,8358**
	GA ₃	Y= 101,0425-0,8567X	-0,9967**

^aY=massa dos frutos (g) e X= dias de armazenamento

**=significativo a 1% de probabilidade.

Comparando-se estas equações quanto ao paralelismo (Tabela 2) observa-se que as substâncias utilizadas para tratar os frutos apresentaram efeitos diferentes quando os frutos foram embalados com filme de polietileno perfurado. Os frutos da 'Paluma' perderam menos massa quando tratados com CaCl₂ e GA₃, enquanto nos 'Pedro Sato' estes tratamentos levaram a maior perda. Quanto ao efeito da embalagem, o filme de PVC protegeu os frutos de maneira significativa em relação aos outros materiais, enquanto as perdas pelo celofane foram altas e equivalentes ao polietileno perfurado, apesar da alternância na significância das diferenças.

Tabela 2. Teste de paralelismo entre as retas estabelecidas pela relação da evolução da massa fresca, em função do tempo de armazenamento, de goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato', submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas sob refrigeração (10,0°C; 94,0%), durante 20 dias

Tratamentos	Paralelismo
'Paluma'	
Polietileno Testemunha x Polietileno CaCl ₂ 2%	4,33**
Polietileno Testemunha x Polietileno GA ₃	5,43**
Polietileno Testemunha x PVC Testemunha	18,39**
Polietileno Testemunha x Celofane Testemunha	4,16**
Polietileno CaCl ₂ 2% x PVC CaCl ₂ 2%	15,41**
Polietileno GA ₃ x PVC GA ₃	13,45**
PVC Testemunha x Celofane Testemunha	9,77**
PVC CaCl ₂ 2% x Celofane CaCl ₂	6,45**
PVC GA ₃ x Celofane GA ₃	11,04**
'Pedro Sato'	
Polietileno Testemunha x Polietileno CaCl ₂ 2%	6,25**
Polietileno Testemunha x Polietileno GA ₃	7,55**
Polietileno Testemunha x PVC Testemunha	10,62**
Polietileno Testemunha x Celofane Testemunha	2,71*
Polietileno GA ₃ x PVC GA ₃	10,00**
Polietileno CaCl ₂ 2% x PVC CaCl ₂ 2%	13,93*
PVC Testemunha x Celofane Testemunha	4,86**
PVC CaCl ₂ 2% x Celofane CaCl ₂	3,18**
PVC GA ₃ x Celofane GA ₃	16,77**

*=significativo a 5% de probabilidade e **= a 1% de probabilidade.

Obs: As outras comparações não se mostraram significativamente diferentes.

Os frutos da 'Paluma' mantiveram-se comercialmente aceitáveis (nota=3,0 – 3,2) por 18 dias quando mantidos sob refrigeração. Verificou-se um baixo índice de doenças (8,3% e 0,0%) nos frutos dos tratamentos Testemunha e CaCl₂, embalados em bandeja revestida com filme de polietileno e os tratados com ácido giberélico e embalados em bandeja revestida com PVC (8,3%). Os frutos tratados, quando embalados em bandeja revestida com PVC ou com celofane apresentaram qualidade comercial por 2 dias, quando levados a condições de ambiente, depois de 15 dias sob refrigeração (Tabela 3).

Tabela 3. Evolução da aparência e de podridões em frutos de goiaba 'Paluma', submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob refrigeração (10,0°C; 94,0%)

Tempo (dia)		Tratamento								
		Poliétileno			Celofane			PVC		
		T	CaCl ₂	GA ₃	T	CaCl ₂	GA ₃	T	CaCl ₂	GA ₃
1	Do ¹	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ap. ²	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
3	Do	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ap.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
6	Do	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ap.	1,0	1,2	1,8	1,0	1,2	1,0	1,0	1,2	1,2
9	Do	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ap.	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
12	Do	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ap.	2,0	2,2	2,8	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
15	Do	0	0	8,3	8,3	0	0	0	8,3	8,3
	Ap.	2,8	2,5	3,0	2,2	2,2	2,0	2,5	2,2	2,8
16 ³	Do	25,0	8,3	25,0	0	16,6	8,3	0	8,3	8,3
	Ap.	3,0	2,5	3,0	2,0	2,0	2,5	2,5	2,8	3,0
17 ³	Do	41,6	25,0	25,0	33,3	16,6	33,3	8,3	16,6	8,3
	Ap.	4,0	4,0	3,8	3,2	3,0	3,2	3,0	3,0	3,0
18 ³	Do	75,0	33,3	75,0	41,6	41,6	50,0	8,3	58,3	58,3
	Ap.	4,0	4,0	4,0	3,5	3,2	3,2	3,0	4,0	4,0
19 ³	Do	91,6	58,3	91,6	50,0	66,6	75,0	41,6	75,0	91,6
	Ap.	4,2	4,2	4,2	3,5	3,8	3,8	4,0	4,0	4,0
18	Do	8,3	0	16,6	33,3	0	0	8,3	16,6	25,0
	Ap.	3,0	3,0	3,0	3,2	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
20	Do	8,3	0	25,0	33,3	16,6	8,3	16,6	16,6	25,0
	Ap.	3,2	3,2	3,8	3,8	3,2	3,2	3,2	3,2	3,5

¹Do=doença (% de frutos com sintomas entre 12 frutos avaliados).

²Ap.=aparência (1=ótimo, 3=comercialmente aceitável e 5=totalmente murcho).

³Frutos levados para ambiente a 22,6°C e 69%UR, no 15º dia.

Na variedade Pedro Sato os tratamentos utilizados não propiciaram diferença na manutenção da qualidade dos frutos, pois estes tiveram vida útil de 15 dias sob refrigeração, com exceção dos submetidos ao tratamento Testemunha, revestido com polietileno, que foi de 18 dias. Quando levados para condição de ambiente (22,6°C, 69%UR), no 15º dia, mantiveram a qualidade comercial por 1 dia. Os tratamentos não apresentaram frutos doentes até o 12º dia de armazenamento, e no 15º dia este índice ficou entre 58,3% e 16,6% (Tabela 4). A análise dos frutos doentes indicou a incidência dos fungos, *Colletotrichum* sp e *Phomopsis psidii*.

Tabela 4. Evolução da aparência e de podridões em frutos de goiaba 'Pedro Sato', submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob refrigeração (10,0°C, 94,0%)

Tempo (dia)		Tratamento								
		Polietileno			Celofane			PVC		
		T	CaCl ₂	GA ₃	T	CaCl ₂	GA ₃	T	CaCl ₂	GA ₃
1	Do ¹	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ap. ²	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
3	Do	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ap.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
6	Do	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ap.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
9	Do	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ap.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
12	Do	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ap.	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
15	Do	33,3	50,0	50,0	16,6	25,0	25,0	16,6	25,0	58,3
	Ap.	2,0	2,5	2,0	2,5	2,0	2,2	2,0	3,0	3,3
15 ³	Do	0	8,3	8,3	8,3	0	8,3	0	8,3	0
	Ap.	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
16 ³	Do	16,6	58,3	33,3	8,3	33,3	16,6	8,3	16,6	8,3
	Ap.	3,0	3,8	3,2	3,0	3,2	3,0	3,0	3,0	3,0
17 ³	Do	33,3	66,6	50,0	8,3	58,3	3,3	25,0	33,3	25,0
	Ap.	3,8	4,0	3,8	3,25	3,8	3,2	3,0	3,5	3,5
18 ³	Do	100,0	100,0	91,6	50,0	66,6	75,0	33,3	33,3	33,3
	Ap.	4,2	4,2	4,2	3,5	3,8	3,8	4,0	4,0	4,0
18	Do	33,3	75,0	33,3	25,0	41,6	25,0	33,3	33,3	58,3
	Ap.	2,2	3,8	3,5	3,5	3,5	3,2	4,0	3,8	4,0
20	Do	50,0	83,3	66,6	33,3	83,3	50,0	50,0	50,0	75,0
	Ap.	3,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0

¹Do=doença (% de frutos com sintomas entre 12 de frutos avaliados).

²Ap.=aparência (1=ótimo, 3=comercialmente aceitável e 5=totalmente murcho).

³Frutos levados para ambiente a 22,6°C e 69 %UR, no 15º dia.

A evolução da coloração externa das goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato', expressa pelo angulo hue ou de cor e mostrada na Tabela 5, indica que este índice diminuiu com o tempo de armazenamento nos frutos submetidos a todos os tratamentos, evoluindo de verde, no 1º dia, para amarelo, no 20º dia. Não se observaram diferenças significativas entre os tratamentos. A giberelina não mostrou ação na manutenção da cor verde dos frutos, não reafirmando o preconizado por Leopold e Kriedemamm (1975) e Ludford (1995).

Tabela 5. Evolução do ângulo hue ou de cor em goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato', submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas sob refrigeração (10,0°C; 94,0%)

Tratamento	Tempo (dia)					
	1	5	10	15	20	
'Paluma'						
Poliétileno	Testemunha	116,41	112,21	104,74	109,80	99,02
	CaCl ₂ 2%	116,41	113,06	106,27	103,70	98,78
	GA ₃	116,41	101,12	104,93	103,33	102,37
PVC	Testemunha	116,41	113,42	104,74	101,99	97,99
	CaCl ₂ 2%	116,41	112,26	113,07	109,57	111,36
	GA ₃	116,41	115,19	109,90	110,86	112,02
Celofane	Testemunha	116,41	112,20	104,74	107,28	112,01
	CaCl ₂ 2%	116,41	109,78	111,23	105,37	102,81
	GA	116,41	112,35	110,47	101,18	100,72
Média		116,41a	112,7b	108,90b	105,08c	104,04c
'Pedro Sato'						
Poliétileno	Testemunha	118,65	117,04	117,04	114,33	113,36
	CaCl ₂ 2%	118,65	115,10	115,10	114,59	111,50
	GA ₃	118,65	115,57	115,57	112,88	109,52
PVC	Testemunha	118,65	116,04	116,04	115,11	112,20
	CaCl ₂ 2%	118,65	116,45	116,45	116,85	112,41
	GA ₃	118,65	115,26	115,26	115,08	115,39
Celofane	Testemunha	118,65	114,93	114,93	113,27	113,73
	CaCl ₂ 2%	118,65	113,27	113,27	113,10	111,85
	GA ₃	118,65	115,91	115,91	114,69	111,32
Média		118,65a	115,69b	115,50b	114,43bc	112,36c

'Paluma' - dms= 3,58; CV= 3,46%; 'Pedro Sato' - dms= 2,12; CV= 1,94%

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Os tratamentos com cálcio ou ácido giberélico não apresentaram efeito significativo na manutenção da firmeza dos frutos (Tabela 6). Os valores, que no 1º dia de armazenamento eram de 73,5 N para os frutos da 'Paluma' e de 76,6 N para os da 'Pedro Sato', diminuíram, respectivamente, para 25,82N e 22,57N, no 20º dia. O cálcio não apresentou o efeito retardador verificado por Pathmanaban et al.(1995).

Tabela 6. Evolução da firmeza em goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato', submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas sob refrigeração (10,0°C; 94,0%)

Tratamento		Tempo (dia)				
		1	5	10	15	20
'Paluma'						
Polietileno	Testemunha	73,5	42,5	39,2	27,6	26,7
	CaCl ₂ 2%	73,5	43,5	29,4	19,0	24,8
	GA ₃	73,5	36,9	22,6	21,3	26,0
PVC	Testemunha	73,5	38,0	32,2	26,1	19,0
	CaCl ₂ 2%	73,5	36,0	36,9	38,3	31,4
	GA ₃	73,5	56,4	36,5	27,2	38,3
Celofane	Testemunha	73,5	48,2	34,9	26,9	26,5
	CaCl ₂ 2%	73,5	43,8	28,6	22,8	20,6
	GA ₃	73,5	34,1	31,3	25,8	19,1
Média		73,5a	42,15b	32,41c	26,08cd	25,82d
'Pedro Sato'						
Polietileno	Testemunha	76,6	76,1	55,1	31,1	26,0
	CaCl ₂ 2%	76,6	87,7	32,1	28,2	15,6
	GA ₃	76,6	70,4	31,8	30,3	24,8
PVC	Testemunha	76,6	73,7	45,8	30,1	28,1
	CaCl ₂ 2%	76,6	48,7	60,2	36,9	20,4
	GA ₃	76,6	69,6	40,9	47,4	24,2
Celofane	Testemunha	76,6	61,9	30,2	22,5	26,8
	CaCl ₂ 2%	76,6	60,5	34,7	32,8	15,8
	GA ₃	76,6	61,9	37,8	28,5	21,3
Média		76,6a	65,63b	40,96c	32,00cd	22,57d

'Paluma' - dms= 6,53; CV= 17,26%; 'Pedro Sato' – dms= 9,67; CV=21,45%
Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, nas linhas, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Na Tabela 7 observa-se que o conteúdo de pectina solúvel dos frutos aumentou durante o período de armazenamento e com o amadurecimento, em todos os tratamentos. Observa-se também que a solubilização da pectina não foi significativamente afetada pelos tratamentos, confirmando a não influência dos tratamentos no amolecimento, indicado pelos resultados de firmeza (Tabela 6).

Tabela 7. Evolução no conteúdo de pectina solúvel (g de ácido urônico.100g de polpa⁻¹) de goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato', submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas sob refrigeração (10,0°C; 94,0%)

Tratamento		Tempo (dia)				
		1	5	10	15	20
		'Paluma'				
Polietileno	Testemunha	0,61	0,56	0,91	0,62	0,70
	CaCl ₂ 2%	0,61	0,65	0,94	1,23	0,45
	GA ₃	0,61	0,59	0,62	1,02	1,01
PVC	Testemunha	0,61	0,64	0,71	1,08	0,87
	CaCl ₂ 2%	0,61	0,52	0,53	0,66	0,70
	GA ₃	0,61	0,62	0,70	0,74	0,69
Celofane	Testemunha	0,61	0,69	0,91	0,72	0,72
	CaCl ₂ 2%	0,61	0,79	0,81	0,72	0,78
	GA ₃	0,61	1,00	0,66	0,72	0,53
Média		0,61b	0,67ab	0,75ab	0,83a	0,75ab
		'Pedro Sato'				
Polietileno	Testemunha	0,40	0,28	0,87	0,91	0,94
	CaCl ₂ 2%	0,40	0,36	0,79	0,90	0,66
	GA ₃	0,40	0,47	0,96	1,03	0,78
PVC	Testemunha	0,40	0,47	0,76	0,92	0,85
	CaCl ₂ 2%	0,40	0,47	0,71	1,17	0,82
	GA ₃	0,40	0,45	0,64	1,15	0,84
Celofane	Testemunha	0,40	0,36	0,63	1,24	0,81
	CaCl ₂ 2%	0,40	0,41	0,82	0,90	0,55
	GA ₃	0,40	0,49	1,02	1,42	0,85
Média		0,40b	0,41b	0,96a	1,07a	0,78a

'Paluma' - dms= 0,1646; CV= 24,22%; 'Pedro Sato' – dms= 0,3624; CV=52,5%

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, nas linhas, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A Tabela 8 indica diferenças significativas entre os conteúdos de ácido ascórbico nos frutos submetidos aos diferentes tratamentos. Os frutos embalados em bandejas revestidas com polietileno perfurado foram os que apresentaram os maiores conteúdos, mostrando o efeito positivo desta embalagem na manutenção deste conteúdo, independentemente do tratamento aplicado e da cultivar. Esses resultados são discordantes dos encontrados por Bhullar e Farmahan (1980) e Lima (1999), que encontraram decréscimo deste conteúdo em função do tempo, porém concordantes com os de Jacomino et al. (2001) e Mercado-Silva et al. (1998).

Tabela 8. Conteúdo de ácido ascórbico (mg.100g de polpa⁻¹), em goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato', submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas sob refrigeração (10,0°C, 94,0%).

Tratamento		Tempo (dia)				
		1	5	10	15	20
'Paluma'						
Polietileno	Testemunha	40,73A	39,52A	51,70ABC	55,23ABC	54,60BC
	CaCl ₂ 2%	40,73A	36,20A	58,07AB	60,32AB	75,15A
	GA ₃	40,73A	38,01A	61,91A	61,92A	67,03AB
PVC	Testemunha	40,73A	34,08A	45,44BC	37,78DE	45,47CDE
	CaCl ₂ 2%	40,73A	32,93A	38,62C	26,48E	33,96DE
	GA ₃	40,73A	28,39A	37,06C	39,48DE	30,76E
Celofane	Testemunha	40,73A	37,41A	45,37BC	47,05ABCD	41,55CDE
	CaCl ₂ 2%	40,73A	36,03A	48,37BC	43,67CD	46,99CDE
	GA ₃	40,73A	35,60A	39,89C	45,32BCD	46,25CD
'Pedro Sato'						
Polietileno	Testemunha	34,73A	34,67B	49,39ABC	57,44ABC	78,62AB
	CaCl ₂ 2%	34,73A	52,38AB	61,95AB	70,99A	43,42AB
	GA ₃	34,73A	49,78AB	67,15A	63,28A	56,03A
PVC	Testemunha	34,73A	43,18AB	43,09C	49,07ABC	43,36AB
	CaCl ₂ 2%	34,73A	42,55AB	51,93ABC	45,3BC	42,16AB
	GA ₃	34,73A	45,62AB	43,65C	41,4C	38,13B
Celofane	Testemunha	34,73A	52,62A	48,43BC	50,35C	57,54A
	CaCl ₂ 2%	34,73A	46,12AB	56,51ABC	56,48ABC	54,86AB
	GA ₃	34,73A	44,82AB	54,16ABC	59,84AB	60,19AB

'Paluma' - dms= 15,22; CV= 10,71%; 'Pedro Sato' – dms= 17,90; CV=11,77%
Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, maiúscula nas colunas, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Nas goiabas 'Paluma' a acidez total titulável, (Tabela 9) não se apresentou significativamente diferente entre os tratamentos. Na variedade Pedro Sato, os frutos submetidos a todos os tratamentos, diminuiu com o tempo e somente no 15º dia, o tratamento Testemunha revestido com filme de Polietileno apresentou-se significativamente diferente do Testemunha, do Cloreto de cálcio e do GA₃, embalados em bandeja revestida com filme de PVC, os quais mostraram-se iguais aos demais.

Tabela 9 . Evolução do teor de acidez total titulável (g de ácido cítrico.100g¹ de polpa) de goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato', submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas sob refrigeração (10,0°C, 94,0%).

Tratamento	Tempo (dia)					
	1	5	10	15	20	
'Paluma'						
Polietileno	Testemunha	0,50	0,63	0,56	0,60	0,59
	CaCl ₂ 2%	0,50	0,54	0,51	0,52	0,52
	GA ₃	0,50	0,68	0,59	0,64	0,63
PVC	Testemunha	0,50	0,64	0,57	0,60	0,59
	CaCl ₂ 2%	0,50	0,67	0,59	0,63	0,62
	GA ₃	0,50	0,75	0,62	0,69	0,67
Celofane	Testemunha	0,50	0,69	0,59	0,63	0,62
	CaCl ₂ 2%	0,50	0,75	0,62	0,68	0,66
	GA ₃	0,50	0,66	0,58	0,62	0,61
Média		0,50c	0,67a	0,58b	0,63ab	0,61b
'Pedro Sato'						
Polietileno	Testemunha	0,86A	0,65A	0,57A	1,04A	0,66 ^A
	CaCl ₂ 2%	0,86A	0,71A	0,57A	0,58B	0,57AB
	GA ₃	0,86A	0,69A	0,57A	0,58B	0,59AB
PVC	Testemunha	0,86A	0,64A	0,51A	0,58B	0,53B
	CaCl ₂ 2%	0,86A	0,65A	0,55A	0,53B	0,52B
	GA ₃	0,86A	0,62A	0,51A	0,51B	0,54B
Celofane	Testemunha	0,86A	0,69A	0,54A	0,5B	0,58AB
	CaCl ₂ 2%	0,86A	0,62A	0,59A	0,5B	0,58AB
	GA ₃	0,86A	0,62A	0,58A	0,57B	0,58AB

'Paluma' - dms= 0,0543; CV= 9,59%; 'Pedro Sato' – dms= 0,1002; CV=4,74%

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Os valores de pH, medidos nos homogeneizados de polpa dos frutos (Tabela 10), foram decrescentes nos da 'Paluma' e na 'Pedro Sato' aumentou no 10º e 15º, dia seguido de diminuição. Estes resultados não apresentaram diferenças significativas, em função do tratamento utilizado.

Tabela 10. Evolução do pH, em goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato', submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas sob refrigeração (10,0°C, 94,0%).

Tratamento		Tempo (dia)					
		1	5	10	15	20	
'Paluma'							
Polietileno	Testemunha	3,91	3,90	3,84	3,86	3,68	
	CaCl ₂ 2%	3,91	3,91	3,86	3,82	3,68	
	GA ₃	3,91	3,93	3,89	3,74	3,70	
PVC	Testemunha	3,91	3,91	3,91	3,83	3,74	
	CaCl ₂ 2%	3,91	3,92	3,94	3,83	3,71	
	GA ₃	3,91	3,95	3,84	3,76	3,80	
Celofane	Testemunha	3,91	3,86	3,76	3,68	3,30	
	CaCl ₂ 2%	3,91	3,91	3,82	3,72	3,67	
	GA ₃	3,91	3,94	3,85	3,69	3,68	
Média		3,91a	3,91a	3,69a	3,77a	3,70a	
'Pedro Sato'							
Polietileno	Testemunha	3,96	3,93	4,10	4,01	3,84	
	CaCl ₂ 2%	3,96	3,88	4,30	3,94	3,85	
	GA ₃	3,96	3,99	4,01	4,03	3,87	
PVC	Testemunha	3,96	4,02	4,00	4,02	3,87	
	CaCl ₂ 2%	3,96	3,98	3,94	4,00	3,86	
	GA ₃	3,96	4,02	4,05	4,10	3,86	
Celofane	Testemunha	3,96	4,04	4,04	4,01	3,79	
	CaCl ₂ 2%	3,96	3,93	3,96	3,98	3,78	
	GA ₃	3,96	4,03	3,96	3,99	3,74	
Média		3,96b	3,98ab	4,01a	4,00ab	3,82c	

'Paluma' - dms= 0,29; CV= 8,04%; 'Pedro Sato' – dms= 0,0448; CV=1,19%

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Os conteúdos de sólidos solúveis totais (Tabelas 11) aumentaram em relação ao inicial, seguido de pequeno decréscimo, no final do período de armazenamento, o que ocorre na maioria dos frutos. Os tratamentos utilizados não influenciaram na evolução destes conteúdos, pois não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, para ambas as variedades.

Tabela 11. Evolução do conteúdo de sólidos solúveis totais, de goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato', submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas sob refrigeração (10,0°C, 94,0%).

Tratamento		Tempo (dia)				
		1	5	10	15	20
'Paluma'						
Polietileno	Testemunha	8,75	9,00	9,50	8,50	8,00
	CaCl ₂ 2%	8,75	9,00	9,75	8,50	7,00
	GA ₃	8,75	9,00	9,35	8,25	7,00
PVC	Testemunha	8,75	9,25	9,50	7,75	8,00
	CaCl ₂ 2%	8,75	9,75	8,50	7,75	8,50
	GA ₃	8,75	10,25	9,25	7,50	8,50
Celofane	Testemunha	8,75	10,0	9,35	7,50	8,25
	CaCl ₂ 2%	8,75	10,25	9,25	8,00	9,00
	GA ₃	8,75	9,75	9,25	7,75	8,50
Média		8,75b	9,58a	9,30ab	7,94c	8,08c
'Pedro Sato'						
Polietileno	Testemunha	8,00	8,25	8,25	8,25	8,50
	CaCl ₂ 2%	8,00	9,25	8,75	7,75	7,25
	GA ₃	8,00	8,75	8,25	8,25	8,25
PVC	Testemunha	8,00	9,50	8,25	8,00	7,75
	CaCl ₂ 2%	8,00	9,25	8,75	8,00	7,00
	GA ₃	8,00	8,50	8,25	8,00	8,00
Celofane	Testemunha	8,00	9,25	8,25	8,00	8,00
	CaCl ₂ 2%	8,00	9,00	8,25	8,00	8,50
	GA ₃	8,00	9,25	8,00	7,75	8,00
Média		8,00b	9,00a	8,33b	8,00b	7,91b

'Paluma' - dms= 0,97; CV= 7,64%; 'Pedro Sato' – dms= 0,47; CV=6,02%

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

O conteúdo de carboidratos solúveis nas goiabas 'Paluma' do tratamento Testemunha das bandejas revestidas com PVC mostrou-se significativamente diferente dos tratamentos embalados em bandeja revestida com celofane. Estes tratamentos não diferiram significativamente dos demais. Os frutos da 'Pedro Sato' não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos e o conteúdo de carboidratos solúveis aumentou, com o tempo de armazenamento (Tabela 12).

Tabela 12. Evolução no conteúdo de carboidratos solúveis (g de glicose.100g¹ de polpa), em goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato', submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas sob refrigeração (10,0°C, 94,0%).

Tratamento		Tempo (dia)				
		1	5	10	15	20
'Paluma'						
Poliétileno	Testemunha	2,36A	2,15B	2,94D	6,31A	4,98A
	CaCl ₂ 2%	2,36A	1,89B	6,20ABC	6,31A	5,27A
	GA ₃	2,36A	1,87B	6,73A	5,84AB	3,94A
PVC	Testemunha	2,36A	2,07B	6,27ABC	6,09A	4,41A
	CaCl ₂ 2%	2,36A	2,19B	6,60AB	5,17AB	4,62A
	GA ₃	2,36A	2,12B	4,37ABCD	5,28AB	4,50A
Celofane	Testemunha	2,36A	1,78B	3,99BCD	5,92AB	4,72A
	CaCl ₂ 2%	2,36A	3,20B	3,62CD	5,64AB	3,32A
	GA ₃	2,36A	6,24A	4,89ABCD	5,04B	4,31A
'Pedro Sato'						
Poliétileno	Testemunha	2,40	3,43	4,33	5,84	7,14
	CaCl ₂ 2%	2,40	3,46	4,57	6,50	7,13
	GA ₃	2,40	3,36	5,95	5,51	6,99
PVC	Testemunha	2,40	3,55	6,18	4,71	6,21
	CaCl ₂ 2%	2,40	3,53	5,24	3,76	4,38
	GA ₃	2,40	2,77	5,71	5,41	6,47
Celofane	Testemunha	2,40	3,03	4,61	4,94	5,29
	CaCl ₂ 2%	2,40	3,19	4,92	5,13	6,11
	GA ₃	2,40	3,21	4,59	5,72	5,92
Média		2,40d	3,28c	5,12b	5,28b	6,18a

'Paluma' - dms= 2,6515; CV= 20,29%; 'Pedro Sato' – dms= 0,6814; CV=16,14%
Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A concentração de CO₂ no interior das embalagens, Tabela 13, que inicialmente era de 0,18% e de 0,15% nas contendo as goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato', respectivamente, aumentou durante o período de armazenamento em todos os tratamentos, com exceção da revestida com filme de polietileno perfurado, o qual permitiu trocas com o ambiente. Este conteúdo foi maior nas bandejas revestidas com PVC do que nas com celofane, o que pode ser atribuído à diferença de permeabilidade entre esses filmes. Estes dois tratamentos permitiram aumentos progressivos no conteúdo de CO₂, enquanto sob refrigeração, com os revestidos com PVC apresentando o maior incremento. Os

tratamentos com cálcio ou ácido giberélico não influenciaram na composição da atmosfera das embalagens.

Tabela 13. Evolução da porcentagem de CO₂, no interior das embalagens contendo frutos de goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato', armazenadas sob refrigeração (10,0°C; 94,0%UR)

Tratamentos		Tempo (dia)				
		1	5	10	15	20
		'Paluma'				
Polietileno	Testemunha	0,18a	0,08b	0,18c	0,09b	0,13d
	CaCl ₂ 2%	0,18a	0,08b	0,20c	0,13b	0,20d
	GA ₃	0,18a	0,11b	0,22c	0,13b	0,16d
PVC	Testemunha	0,18a	11,44a	16,82a	12,81a	20,67a
	CaCl ₂ 2%	0,18a	6,67a	8,14ab	6,82a	10,96b
	GA ₃	0,18a	10,11a	10,78b	9,45a	16,79ab
Celofane	Testemunha	0,18a	2,34b	3,56c	0,98b	5,61c
	CaCl ₂ 2%	0,18a	2,41b	3,69c	3,66b	2,12cd
	GA ₃	0,18a	2,14b	4,57c	4,48b	3,03cd
		'Pedro Sato'				
Polietileno	Testemunha	0,15a	0,07b	0,15c	0,11e	0,08d
	CaCl ₂ 2%	0,15a	0,13b	0,17c	0,14e	0,13d
	GA ₃	0,15a	0,12b	0,14c	0,09e	0,11d
PVC	Testemunha	0,15a	9,87a	7,77a	10,09a	9,31b
	CaCl ₂ 2%	0,15a	7,60a	7,49ab	5,43bc	10,30ab
	GA ₃	0,15a	7,65a	10,41a	8,87ab	13,13a
Celofane	Testemunha	0,15a	1,33b	4,10b	2,87cde	5,30c
	CaCl ₂ 2%	0,15a	1,35b	4,17b	1,46de	5,19c
	GA ₃	0,15a	2,19b	4,10b	3,85cd	4,92c

'Paluma' - dms= 4,63; CV= 31,60%; 'Pedro Sato' – dms= 3,50; CV=31,92%

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, nas colunas, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Conclusões

Os tratamentos com cálcio e ácido gibélico não influenciaram na conservação dos frutos, mas a associação entre os filmes testados e a refrigeração propiciaram vida útil de até 18 dias, para goiabas 'Paluma' e de até 15 dias para as 'Pedro Sato'. A conservação dos frutos foi função da refrigeração e das embalagens, que reduziram o metabolismo dos mesmos. A bandeja PET revestida com pvc esticável foi a melhor para a conservação das goiabas.

Referências Bibliográficas

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS INTERNATIONAL. **Official methods of analysis of the AOAC international**. 16 ed. Washington, 1997.v.2, p.6, 11, 16.

BARNETT, H. L., HUNTER, B. B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. 3ed. Minneapolis: Beugess Pub. Co., 1972. 241p.

BHULLAR, W. S., FARMAHAN, H. L. Studies on the ripening and storage behaviour of 'Safeda' guava (*Psidium guajava* L.). **Indian Food Packer**, Calcutta, v.34, n.4, p.5, 1980.

BLUMENKRANTZ, N., ASBOE-HANSEN, G. New method for quantitative determination of uronic acids. **Analitycal Chemistry**, New York, v.5, p.484-489, 1973.

CHITARRA, M. I. F., CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças - fisiologia e manuseio**. Lavras-MG: FAEP, 1990. 230p.

DURIGAN, J. F. Colheita, conservação e embalagens. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA GOIABEIRA, 1, 1997, Jaboticabal. **Anais...**Jaboticabal: FUNEP, 1997, p.152-154.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBER, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, Washington, v.8, n.3, 1956. p.350-356.

FRENKEL, C., KLEIN, I., DILLEY, D. R. Methods for the study of ripening and protein synthesis in intact pome fruits. **Phytochemistry**, Oxford, v.8, p.945-55, 1969.

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

JOYCE, D. C., SHORTER, A. J., HOCKINGS, P. D. Mango fruit calcium levels and the effect of postharvest calcium infiltration at different maturities. **Scientia Horticulturae**, v.91, p.81-99, 2001.

LEOPOLD, A. C., KRIEDEMANN, P. E. **Plant grow and development**. New York: McGraw Hill, 1975. 535p.

LIMA, M. A. **Conservação pós-colheita e caracterização tecnológica dos frutos de diferentes genótipos de goiaba (*Psidium guajava* L.) produzidos em Jaboticabal,SP**. Jaboticabal: FCAV-UNESP, 1999. 101f. (Mestrado em Produção Vegetal)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1999.

LIMA, M. A., DURIGAN, J. F. Conservação de goiabas 'Pedro Sato' associando-se refrigeração com diferentes embalagens plásticas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n.2, p.232-235, 2000.

LUDFORD, P. L. Postharvest hormone changes in vegetables and fruits. In: DAVIES, P. J. (ed.). **Plant hormones**. The Netherlands: Kluwer Ac. Pub., p.725-750, 1995.

LURIE, S., BEM-AIRE, R., ZILKAH, S. The ripening and storage quality of nectarine fruits in response to preharvest application of gibberellic acid. **Acta Horticulturae**, Valencia, n.463, p.341-347, 1997.

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

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

MINOLTA. **Precise color commmunication**: color control from feeling to instrumentation. Japão, 1994.49p.

PATHMANABAN, G., NAGARAJAN, M., MANIAN, K., ANNAMALAINATHAN, K. Effect of fused calcium salts on post harvest preservation in fruits. **Madras Agricultural Journal**, Coimbatore, v.82, n.1, p.47-50, 1995.

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

SIDDIQUI, S., BANGERTH, F. The effect of calcium infiltration on structural changes in cell walls of stored apples. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v.5, n.71, p.703-708, 1996.

TEAOTIA, S. S., TRIPATH, C. S., SINGH, R. N. Effect of growth substances on ripening and quality of guava (*Psidium guajava* L.). **Journal of Food Science and Technology**, Chicago, n.9, p.38, 1972.

CAPÍTULO 6

CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE GOIABAS UTILIZANDO-SE CÁLCIO E 1-METILCICLOPROPENO (1-MCP).

RESUMO: Este trabalho objetivou avaliar o efeito do 1-MCP, que bloqueia a ação do etileno e do cálcio que tem sido aplicado em frutos após a colheita, com a finalidade de retardar o amolecimento na conservação de goiabas 'Pedro Sato'. Utilizaram-se os tratamentos: Testemunha, CaCl_2 a 2% + 1-MCP e 1-MCP. O cálcio foi aplicado por infiltração a vácuo e o 1-MCP, em câmara hermética na concentração de 240ppb. Os frutos tratados foram embalados em bandejas de PET recobertas com filme de PVC esticável e armazenados a 10°C (94%UR), por 25 dias. Durante este período eles foram avaliados quanto a cor, firmeza, aparência, teor de ácido ascórbico e composição gasosa na embalagem. Os frutos tratados com 1-MCP, associados ou não com o cálcio, não apresentaram efeito significativo na manutenção da cor verde dos frutos, mas apresentaram menor incidência de podridões do que os não tratados. O aparecimento de podridões, a perda de massa fresca e o amolecimento dos frutos foi crescente com o tempo de armazenamento, e não se observou qualquer efeito dos tratamentos na manutenção da firmeza ou na perda de massa fresca. A evolução dos conteúdos de ácido ascórbico também não foram influenciados pelos tratamentos. A concentração de CO_2 , no interior das embalagens foi menor nas que continham os frutos tratados com 1-MCP, indicando seu efeito redutor da respiração dos mesmos. A aplicação de 1-MCP, na concentração de 240 ppb, associado ou não com cloreto de cálcio a 2%, não aumentou a vida útil de goiabas 'Pedro Sato'.

Palavras-chave: *Psidium guajava*, armazenamento, embalagens, refrigeração, 1-mcp, cálcio.

Introdução

A goiaba é uma fruta popular no Brasil, pois apresenta excelentes características organolépticas, alto rendimento em polpa se constitui uma boa fonte de vitamina C, o que a torna adequada, tanto para o consumo *in natura* quanto para a industrialização (CARVALHO, 1994).

Segundo Durigan (1997), esta fruta apresenta rápido amadurecimento após a colheita e vida útil comercial de 2 a 3 dias sob condições de ambiente. Os principais fatores depreciadores de sua qualidade, após a colheita são a rápida perda da coloração verde da casca, o amolecimento excessivo, a elevada incidência de podridões, o murchamento e a perda de brilho (JACOMINO, 2000).

O amolecimento faz parte das reações que ocorrem durante o amadurecimento de quase todas as frutas e tem uma enorme importância, pois limita a vida de prateleira dos mesmos, quando acontece muito rapidamente, além de facilitar a incidência de injúrias mecânicas durante o manuseio (AWAD, 1993).

O cálcio participa de forma importante da estrutura e da resistência mecânica da parede celular, pois seu acúmulo pode facilitar a ligação entre os polímeros de pectina, particularmente na lamela média, aumentando esta resistência (SIDDIQUI e BANGERTH, 1996). Baixos níveis de cálcio nos frutos têm sido associados com redução na vida pós-colheita dos mesmos e com desordens fisiológicas (Wills et al., 1983), o que leva à sua aplicação na fase de pós-colheita, com a finalidade de se retardar o amolecimento. Muitos autores relatam atraso no amadurecimento, em resposta ao aumento do nível de cálcio, proporcionado por aplicações pós-colheita em maçãs (SIDDIQUI e BANGERTH, 1996; BANTASH e ARASIMOVICH, 1989) e em abacates (WILLS e TIRMAZI, 1982). No entanto, outros autores não comprovaram este benefício, em mangas (JOYCE et al., 2001), em goiabas (TAVARES, 1993), em pêsegos (WILLS e MAHENDRA, 1989). Segundo o revisado por Durigan (1997), este elemento controla o processo de desintegração da mitocôndria, do retículo endoplasmático e da membrana citoplasmática, reduzindo a taxa respiratória da célula. O aumento na vida pós-colheita das frutas depende da espécie utilizada e da absorção adequada pelo fruto.

Brown e Wills (1983) e Wills *et al.* (1983) relatam que o padrão respiratório da goiaba é climatérico, entretanto Mattiuz *et al.* (2000) e Lima e Durigan (2002) encontraram, em goiaba 'Paluma', uma taxa de produção de CO₂ intensa e com aumento constante após a colheita, o que não permitiu deixar observado um comportamento respiratório que se caracterizasse como climatérico.

A taxa respiratória é indicativa da velocidade do amadurecimento, pois a vida de armazenamento de diferentes tipos de frutos, em geral, é inversa à taxa respiratória (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

O etileno é tido como ativador do amadurecimento e da senescência de frutos climatéricos (LELIÈVRE *et al.*, 1997), enquanto o 1-metilciclopropeno (1-MCP) é um composto volátil que demonstra capacidade de inibir a ação do etileno (SEREK *et al.*, 1995). Segundo Abdi *et al.* (1998) e Golding *et al.* (1998) ele também tem a capacidade de reduzir a respiração, e portanto de retardar o amadurecimento.

Jeong *et al.* (2002) avaliaram a conservação pós-colheita de abacates 'Simmonds' tratados com 1-MCP a 0,09 ul.L⁻¹ e a 0,45 ul.L⁻¹, durante três tempos de exposição (6, 12 e 24 h), a 20 °C. Estes frutos foram armazenados a 20 °C e avaliados quanto a firmeza, cor da casca, perda de massa fresca, respiração e produção de etileno. O tratamento com 1-MCP a 0,45 ul.L⁻¹, por 24 h a 20 °C, retardou o amadurecimento deste fruto em 4 dias, o que se caracterizou por significativa redução no amolecimento e na produção de etileno, além de menor perda de massa fresca e maior retenção da cor verde, que os frutos do controle.

Tomates verdes apresentaram retardo no amadurecimento depois de expostos ao 1-MCP, em concentração variando de 0,1 a 100 ul.L⁻¹. Este retardo relacionou-se diretamente com a concentração de 1-MCP e com o tempo de exposição. O 1-MCP a 5ul.L⁻¹, por 1 h, foi considerado o tratamento comercial mais adequado. Frutos tratados com 1-MCP apresentaram redução no teor de acidez total titulável durante o amadurecimento e menor conteúdo de sólidos solúveis totais (WILLS e KU, 2002).

Jiang *et al.* (1999) testaram o efeito do 1-MCP em concentração variando de 0,01 a 1,0 ml .L⁻¹, durante 24 horas, em combinação com filmes de polietileno,

durante o amadurecimento de bananas. Os frutos tratados tiveram maior retenção da cor verde da casca, redução no amolecimento, na respiração e na evolução do etileno. O retardo no amadurecimento foi proporcional às concentrações. Frutos tratados com 1-MCP a 0,5 ou 1,0 ml.L⁻¹ e embalados em sacos de polietileno com 0,03 mm espessura, apresentaram maior vida pós-colheita, cerca de 58 dias, com os conteúdos de etileno e de CO₂, dentro das embalagens, bastante reduzidas.

Jacomino (2000) observou que a aplicação de 1-MCP a 240 ppb, em goiabas 'Pedro Sato' colhidas no estádio "verde" aumentou-lhes a vida útil de 4 para 6 dias, quando estas foram armazenadas sob condições de ambiente.

Este trabalho objetivou avaliar o efeito do 1-MCP, do cloreto de cálcio e da associação entre ambos sobre a conservação pós-colheita de goiabas 'Pedro Sato', armazenadas sob refrigeração .

Material e Métodos

Utilizaram-se goiabas da cultivar Pedro Sato, colhidas em março de 2002 pela manhã e imediatamente transportadas do município de Vista Alegre do Alto, SP a 30 km, para o laboratório. Utilizaram-se frutos em início de amadurecimento, ou seja com coloração verde-mate (PEREIRA, 1995), colhidos em fevereiro de 2002, pela manhã, em Vista Alegre do Alto-SP e imediatamente transportados ao Laboratório de Tecnologia dos Produtos Agrícolas da UNESP – Jaboticabal, SP.

Utilizaram-se 120 frutos por tratamento, que receberam os seguintes tratamentos: Testemunha (sem tratamento), Cloreto de cálcio a 2% + 1-MCP e 1-MCP.

Os frutos foram tratados com as diferentes soluções, por 20 minutos, sob condição de vácuo (500 mmHg), conforme o sugerido por Frenkel et al (1969). Estes frutos tinham a sua massa fresca determinada antes e depois de tratados, e pela diferença entre estas massas tinha-se a quantidade da solução absorvida. A solução e os frutos eram mantidos em dessecador, o qual tinha acoplado, em sua tampa, uma bomba de vácuo (Anexo 1- foto1). Depois desta aplicação, eles foram secos e tratados com 1-MCP. Os frutos receberam o tratamento com 1-MCP, na

formulação pó molhável, na concentração de 240 ppb. A aplicação constou da colocação dos frutos em câmara hermética e sua exposição ao produto por 12 horas, a 24-25°C. Após receberem os tratamentos, as câmaras foram abertas e os frutos foram embalados em bandeja de tereftalato de polietileno (PET) recobertas com filme de cloreto de polivinila (PVC) com espessura de 0,01 mm, e armazenados a 10°C e 94%UR.

Os frutos foram avaliados a cada cinco dias, durante 25 dias, quanto a perda de massa fresca, aparência, presença de podridões, taxa respiratória e conteúdo de ácido ascórbico.

A aparência foi avaliada, utilizando-se uma escala de pontos, onde: 1=ótimo e 5=totalmente murcho, tendo-se como limite para uso comercial a nota 3,0. A presença de podridões foi relatada pela porcentagem de frutos doentes em relação ao total de frutos avaliados através de observação visual e identificação dos patógenos no Laboratório de Fitopatologia da UNESP – Jaboticabal. Isto foi feito através da observação das estruturas do agente em microscópio óptico comum e comparação destas com o apresentado por Barnett e Hunter (1972).

A taxa respiratória dos frutos foi medida mantendo-os em recipiente hermeticamente fechado durante uma hora, do qual retiraram-se alíquotas de 0,3 mL do ar, antes e depois deste tempo, nas quais se determinou o conteúdo de CO₂ utilizando-se Cromatógrafo Finnigan 9001.

A coloração foi determinada utilizando-se um reflectômetro Minolta Croma Meter CR-200b, o que permitiu avaliá-la utilizando-se o ângulo hue ou de cor. A firmeza foi determinada utilizando-se um penetrômetro Bishop mod. FT 327 com ponteira de 8 mm, através de duas leituras, nas laterais opostas dos frutos. O conteúdo de ácido ascórbico foi determinado segundo a metodologia da AOAC (1997).

A evolução da massa fresca foi analisada estatisticamente, através de regressão polinomial (GOMES, 1977), utilizando-se o programa RECOM, enquanto os outros dados foram analisados segundo um delineamento inteiramente casualizado, com 2 repetições, através de um esquema fatorial 3x6 (3 tratamentos e 6 datas de análise).

Resultados e Discussão

Os tratamentos com 1-MCP, com ou sem cálcio, não apresentaram efeito significativo na manutenção da cor verde dos frutos (Tabela 1). Assim, o amarelecimento, resultante do processo normal de amadurecimento não foi retardado com a aplicação do 1-MCP como o observado por outros autores, em abacate (JEONG et al., 2002), tomate (WILLS e KU, 2002) e banana (JIANG et al., 1999).

Tabela 1. Efeito do 1-MCP sobre a cor da casca (ângulo de cor) de goiabas 'Pedro Sato' armazenadas a 10°C e 94%UR.

Tratamento	Tempo (dia)					
	0	5	10	15	20	25
Testemunha	116,7	117,2	114,0	110,2	112,0	114,4
CaCl ₂ + 1-MCP	117,1	115,0	107,8	114,1	113,9	110,9
1-MCP	116,1	115,2	116,3	114,1	113,4	113,1
Média	116,6A	115,8A	112,6A	112,8A	113,1A	112,8A

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.
CV=3,15%; dms=6,60

Em goiaba (Tabela 2), as podridões pós-colheita aumentam conforme o amadurecimento avança, e é um dos principais problemas para a manutenção da qualidade dos frutos (Jacomino, 2000). A incidência de podridões nos frutos tratados com 1-MCP, com ou sem cloreto de cálcio, foi menor do que nos não tratados, e estes frutos chegaram ao 20º dia de armazenamento com boa aparência (nota=3,0). Os fungos identificados foram o *Colletotrichum* sp e *Phomopsis* sp.

Tabela 2. Porcentagem de podridão em goiabas 'Pedro Sato' submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas a 10°C e 94,0%UR.

Tratamento	Tempo (dia)											
	0		5		10		15		20		25	
	Do ¹	Ap. ₂	Do	Ap.	Do	Ap.	Do	Ap.	Do	Ap.	Do	Ap.
Testemunha	0,0	1,0	0,0	1,0	16,7	2,0	33,4	2,0	100,0	3,5	100,0	5,0
CaCl ₂ +1-MCP	0,0	1,0	0,0	1,0	16,7	1,5	16,7	1,5	50,0	3,0	83,3	4,0
1-MCP	0,0	1,0	0,0	1,0	16,7	1,5	16,7	1,5	66,7	3,0	83,3	4,0

¹Do=doença (% de frutos com sintomas entre os 16 frutos avaliados).

²Ap.=aparência (1=fruto ótimo, 3= comercialmente aceitável e 5=fruto totalmente murcho).

A firmeza da polpa dos frutos decresceu com o período de armazenamento (Tabela 3). Não se observou efeito na velocidade de amolecimento, com o tratamento com 1-MCP e/ou cloreto de cálcio. Estes resultados são discordantes dos encontrados por Jacomino (2000) para goiaba 'Pedro Sato', que quando tratadas com 1-MCP e armazenadas em condições de ambiente, apresentaram melhor manutenção da firmeza que as não tratadas. Outros autores também não detectaram efeito do cálcio em mangas (JOYCE et al., 2001), goiabas (TAVARES, 1993) e pêssegos (WILLS e MAHENDRA, 1989).

Tabela 3. Firmeza (N) de goiabas 'Pedro Sato' submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas a 10°C e 94,0% UR.

Tratamento	Tempo (dia)					
	0	5	10	15	20	25
Testemunha	68,5	90,0	72,0	55,6	48,5	37,5
CaCl ₂ + 1-MCP	83,5	97,5	82,5	70,0	58,5	23,0
1-MCP	82,5	90,0	101,5	68,0	34,0	64,5
Média	78,1AB	92,5A	85,3A	64,5ABC	40,7BC	41,6C

CV=25,25%; dms=32,8

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

A perda de massa fresca pelos frutos também não foi influenciada pelo tratamento com 1-MCP, associado ou não com cloreto de cálcio. Esperava-se uma menor perda de massa fresca pelos frutos tratados, uma vez que o 1-MCP reduz a

respiração dos frutos (ABDI et al., 1998; GOLDING et al., 1998). No entanto, as goiabas apresentaram perda crescente em todos os tratamentos, o que pode ser representado pelas equações de regressão apresentadas na Tabela 4, as quais indicam relação significativa, indireta e de primeiro grau com o tempo de armazenamento.

Tabela 4. Equações de regressão representativas da a evolução da massa fresca de goiabas 'Pedro Sato', quando submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas sob refrigeração (10,0°C, 94,0% UR), durante 20 dias.

Tratamentos	Y = A – BX ^a	R
Testemunha	Y = 100,2667-0,4286X	-0,9648**
CaCl ₂ + 1-MCP	Y= 100,4200-0,4914X	-0,9937**
1-MCP	Y= 100,4067-0,4686X	-0,9960**

^aY=massa dos frutos (g) e X= dias de armazenamento

**=significativo a 1% de probabilidade.

Os conteúdos de ácido ascórbico também não foram influenciados pelo 1-MCP (Tabela 5), o que também foi observado por Jacomino (2000).

Tabela 5. Conteúdo de ácido ascórbico em 'Pedro Sato' submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas a 10°C.

Tratamento	Tempo (dia)					
	0	5	10	15	20	25
Testemunha	40,15	38,98	44,4	36,95	34,39	42,63
CaCl ₂ + 1-MCP	36,87	53,43	40,69	39,22	41,23	43,53
1-MCP	47,8	47,14	43,15	37,18	41,02	54,70
Média	41,60A	46,51A	42,74A	37,78A	38,88A	46,95A

CV=13,60%; dms = 10,60

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

A concentração de CO₂ no interior das embalagens foi menor nas que continham frutos tratados com 1-MCP, o que vem ao encontro dos resultados apresentados por diversos autores (JEONG et al., 2002; JIANG et al., 1999; ABDI et al., 1998; GOLDING et al., 1998; SEREK et al., 1995), ou seja, o 1-MCP reduz a respiração do fruto indicando que sua associação com a refrigeração diminui o metabolismo. Não se observaram diferenças significativas entre os tratamentos (Figura 1).

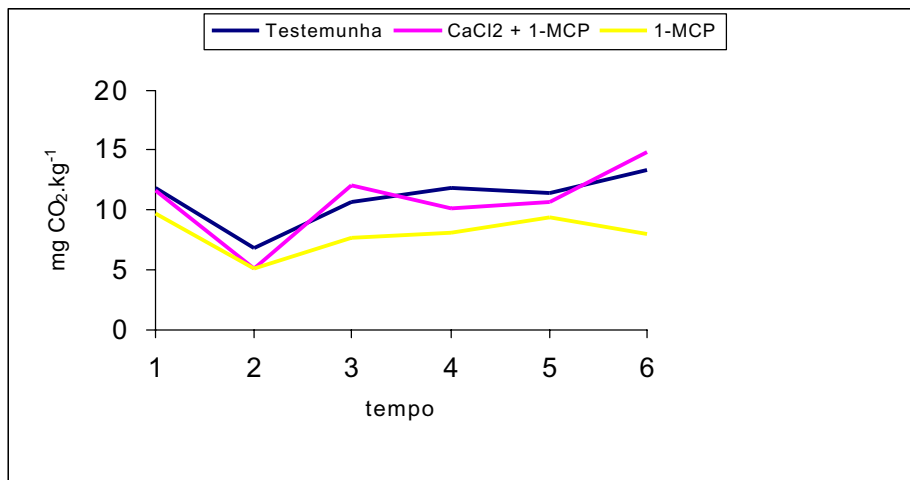


Figura 1. Conteúdo de CO₂ no interior das embalagens que continham goiabas 'Pedro Sato' submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas a 10°C e 94,0%.

Conclusões

O 1-metilciclopropeno (1-MCP) não mostrou efeito em retardar o amadurecimento para goiabas 'Pedro Sato', porém os frutos tratados apresentaram menor produção de CO₂.

O cálcio não apresentou efeito na manutenção da firmeza dos frutos.

O cálcio e o 1-MCP associado a embalagem e refrigeração, reduziram o metabolismo dos frutos e propiciaram vida de prateleira de 20 dias.

Referências Bibliográficas

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS INTERNATIONAL. **Official methods of analysis of the AOAC international**. 16 ed. Washington, 1997.v.2, p.6, 11, 16.

ABDI, N., McGLASSON, W.B., HOLFORD, P., WILLIAMS, M, MIZRAHI, Y. Responses of climacteric and suppressed-climacteric plums to treatment with propylene and 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**, The Netherlands, v.14, p.29-39, 1998.

- AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. 114p.
- BANTASH, V. G., ARASIMOVICH, V. V. Characteristics of the pectin complex in apple fruits treated with calcium chloride. **Izvestiga Akademi Nauk Moldavskoi**, Russian, n.5, p.23-26, 1989. In: CAB Abstracts, 1992. CR-ROM.
- BARNETT, H. L., HUNTER, B. B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. 3ed. Minneapolis: Beugess Pub. Co., 1972. 241p.
- BROWN, B. I., WILLS, R. B. H. Post-harvest changes in guava fruit of different maturity. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.19, n.3-4, 1983. p.237-243.
- CARVALHO, V.D. Qualidade e conservação pós-colheita de goiabas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.17, n.179, p.48-54, 1994.
- CHITARRA, M. I. F; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças - fisiologia e manuseio**. Lavras-MG: FAEP, 1990. 230p.
- DURIGAN, J. F. Colheita, conservação e embalagens. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA GOIABEIRA, 1, 1997, Jaboticabal. **Anais...**Jaboticabal: FUNEP, 1997, p.152-154.
- FRENKEL, C., KLEIN, I., DILLEY, D. R. Methods for the study of ripening and protein synthesis in intact pome fruits. **Phytochemistry**, Oxford, v.8, p.945-955, 1969.
- GOLDING, J.B., SHEARER, D., WYLLIE, S.G., McGLASSON, W.B. Application of 1-MCP and propylene to indentify ethylene-dependent ripening processes in mature banana fruit. **Portharvest Biology and Technology**, The Netherlands, v.14, p.87-98, 1998.
- GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 7º ed., Piracicaba: Nobel, 1977. 430p.

JACOMINO, A. P. Uso do 1-metilciclopropeno para retardar o amadurecimento e senescência de goiaba vermelha. ESALQ/USP - Departamento de Produção Vegetal. 18p. 2000. (**Relatório**).

JEONG, J., HUBER, D. J., SARGENT, S. A. Influence of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on ripening and cell-wall matrix polysaccharides of avocado (*Persea americana*) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, The Netherlands, v. 25, p.241–256, 2002.

JIANG, Y., JOYCE, 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**, The Netherlands, v.16, p.187-193, 1999.

JOYCE, D. C., SHORTER, A. J., HOCKINGS, P. D. Mango fruit calcium levels and the effect of postharvest calcium infiltration at different maturities. **Scientia Horticulturae**, v.91, p.81-99, 2001.

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

LIMA, M. A. , DURIGAN, J. F. Reguladores vegetais na conservação pós-colheita de goiabas 'Paluma' **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, nº.2, p.370-375, 2002.

MATTIUZ, B-H, DURIGAN, J. F., TEIXEIRA, G. H. de A. Efecto de la injuria mecánica de impacto en la calidad poscosecha de guayaba 'Paluma'. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, Sonora, v.2, n.2, p.115-120, 2000.

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

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

SIDDIQUI, S., BANGERTH, F. The effect of calcium infiltration on structural changes in cell walls of stored apples. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v.5, n.71, p.703-708, 1996.

TAVARES, J. C. **Efeitos da refrigeração, cera, fungicida e cálcio na conservação pós-colheita da goiaba 'Paluma' (*Psidium guajava* L.)**. Jaboticabal: FCAVJ-UNESP, 1993. 93f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal).

WILLS, R. B. H., MAHENDRA, M. S. Effect of postharvest application of calcium on ripening of peach. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, East Melbourne, v.29, n.5, p.751-753, 1989.

WILLS, R. B. H., MULHOLLAND, E. E., BROWN, B. I. Storage of two new cultivares of guava fruit for processing. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v.60, n.3, p.175-178, 1983.

WILLS, R.B.H., KU, V.V.V. Use of 1-MCP to extend the time to ripen of green tomatoes and postharvest life of ripe tomatoes. **Postharvest Biology and Technology**, The Netherlands, 2002. www.probe.br (acesso em 12/04/02)

WILLS, R.B.H., TIRMAZI, S.I.H. Inhibition of ripening of avocados with calcium. **Scientia Horticulturae**, v.16, p.323-330, 1982.

CAPÍTULO 7

USO DO RADIOISÓTOPO CÁLCIO⁴⁵, PARA DETERMINAR A CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DO CÁLCIO APLICADO APÓS A COLHEITA, EM GOIABAS.

RESUMO: Goiabas 'Pedro Sato', foram submetidas a tratamento com cálcio aplicado por infiltração a vácuo, utilizando-se como veículo, manitol a 300 mM. Os tratamentos aplicados foram: Testemunha, CaCl₂ a 2% e CaCl₂ a 2% marcado com o radioisótopo ⁴⁵Ca. Parte dos frutos tratados foram cortados em fatias

transversais, que depois de secas foram utilizadas para a realização das autoradiografias e os restantes foram divididos em 4 camadas (epicarpo, mesocarpo, endocarpo e placenta), nas quais se determinaram os teores de cálcio total e ^{45}Ca . As goiabas tratadas com cloreto de cálcio, apresentaram uma quantidade maior de cálcio total no pericarpo (casca), indicando que a infiltração nos frutos limitou-se as camadas superficiais, o que pode ser comprovado pelas autoradiografias, nas quais o filme fotográfico foi impressionado somente pela região equivalente à camada superficial do fruto, e correspondente à casca. As camadas mais internas não apresentaram a presença do elemento marcado. Isto indica que o cálcio, quando aplicado a goiabas 'Pedro Sato' após a colheita, por infiltração à vácuo, não penetrou na polpa das mesmas.

Palavras-chave: *Psidium guajava*, armazenamento, cálcio, conservação.

Introdução

O amadurecimento de frutos carnosos corresponde a uma série de trocas bioquímicas, fisiológicas e estruturais que os tornam atrativos ao consumo, as quais variam de um tipo de fruto para outro (LELIÈVRE *et al*, 1997; GRANGE, 1993). Estas reações podem ter sua intensidade diminuída usando-se retardadores do amadurecimento, como o íon cálcio (CHITARRA e CHITARRA, 1990), que controla o processo de desintegração da mitocôndria, do retículo endoplasmático e da membrana citoplasmática, reduzindo a taxa respiratória (DURIGAN, 1997).

As mudanças na textura, em muitas frutas, estão associadas ao amadurecimento, que é o resultado da desorganização da parede celular primária e leva ao amolecimento dos mesmos, durante o amadurecimento. Esta mudança é um dos fatores limitantes ao transporte e armazenamento dos produtos frescos, influenciando decisivamente na vida útil dos mesmos (BRADY, 1987; AWAD, 1993).

O cálcio é um elemento essencial para a estrutura e funcionamento das membranas e paredes celulares, pois ele se encontra associado às substâncias

pécticas da lamela média, de modo geral nas membranas celulares, atuando na manutenção da estrutura das células, dando-lhes resistência. Sua deficiência provoca mudanças acentuadas nas membranas e alterações na arquitetura das mesmas (CHITARRA e CHITARRA, 1990). Seu acúmulo pode facilitar a ligação entre polímeros de pectina, particularmente na lamela média, aumentando sua resistência (SIDDIQUI e BANGERTH, 1996).

Este íon tem sido aplicado a várias frutas, como maçã, maracujá e manga, na fase de pós-colheita, com a finalidade de retardar o amolecimento. Muitos autores relatam que quando ele é aplicado ao fruto colhido, interage com a lamela média das células de seus tecidos, dando-lhes maior resistência (SIDDIQUI e BANGERTH, 1996; PATHMANABAN *et al.*, 1995; BANTASH e ARASIMOVICH, 1989), mas existem autores que não comprovaram este benefício (TAVARES, 1993; WILLS e MAHENDRA, 1989).

Sua aplicação exógena pode contribuir para aumentar a vida pós-colheita de muitas frutas. Pathmanaban *et al.* (1995) avaliaram a conservação pós-colheita de goiabas tratadas por imersão em solução de CaCl_2 a 4% durante 1 hora, embalados em sacos de plástico fundido com CaCl_2 , 15g.kg^{-1} , ou com CaCO_3 , 30g.kg^{-1} , e armazenados ao ambiente. Observaram que os frutos tratados apresentaram retardo no amadurecimento, no desenvolvimento da coloração e no amaciamento da textura, e vida útil de 10-12 dias, enquanto para os frutos não tratados, ela foi de 3-4 dias. O efeito do cálcio aplicado, na forma de cloreto de cálcio a 1%, ou de nitrato de cálcio a 2% por imersão, durante 3 minutos em goiabas 'Rica' e 'Paluma', apresentou efeito retardador à perda de massa fresca, quando associados à aplicação com cera (TAVARES, 1993). Gonzaga Neto *et al.* (1999) também avaliaram a conservação pós-colheita de goiabas 'Paluma' utilizando imersão dos frutos em solução de cloreto de cálcio a 0,5%, 1,0% e 1,5%, embalagens e armazenamento sob condições refrigeradas e ambiente. Verificaram que os frutos apresentaram vida útil comercial de 16 dias, que o cálcio não afetou significativamente a conservação das frutas, e que a embalagem em saco plástico transparente e o armazenamento refrigerado (10°C e 90% UR) foram as melhores condições de armazenamento.

Joyce et al. (2001) avaliaram o efeito do cloreto de cálcio a 4%, quando aplicado após a colheita em mangas, por infiltração a -33kPa , verificaram que não houve efeito positivo na ampliação da vida de prateleira dos frutos, pois a perda de massa fresca, de coloração e firmeza foi similar nos frutos tratados e não tratados. Não se observou aumento na concentração de cálcio na polpa dos frutos tratados. Avaliando o efeito do cálcio nesta fruta, Van-Eeden (1992) observou que mangas da cultivar Keitt tratadas por infiltração a vácuo, com 2%, 4% ou 6% de CaCl_2 e armazenadas a $8\text{ }^\circ\text{C}$ ou $11\text{ }^\circ\text{C}$, por 28 dia, antes de serem levadas ao ambiente, $25\text{ }^\circ\text{C}$, por 8 dias, não apresentaram diferenças significativas na cor da casca e da polpa, na firmeza, e nos teores de sólidos solúveis totais e de acidez total titulável.

Ferguson e Watkins (1981) relataram que o acúmulo de cálcio nos espaços livres, do tecido cortical de maçãs, representou 80% do cálcio total absorvido, indicando que pouco cálcio foi transportado através da plasmalema para dentro das células.

Tendo-se a suspeita de que a absorção era o problema com a falta de resultados efetivos com a aplicação do cálcio, planejou-se este trabalho com o objetivo de avaliar se há absorção do íon cálcio⁴⁵ por goiabas, quando este é aplicado, após a colheita, através de infiltração a vácuo.

Material e Métodos

Utilizaram-se goiabas 'Pedro Sato', com coloração verde-mate (PEREIRA, 1995), colhidas em Vista Alegre do Alto-SP em maio de 2002, e imediatamente transportadas, para o Laboratório de Fertilidade do Solo do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) da USP, Piracicaba-SP. Estes frutos, depois de lavados em água corrente, receberam os tratamentos utilizando-se infiltração a vácuo (500 mmHg) por 20 minutos (Anexo 1-foto 1), conforme o sugerido por Frenkel *et al* (1969). Estes frutos tinham a sua massa fresca determinada antes e depois de tratados, e pela diferença entre estas massas tinha-se a quantidade da solução absorvida, tendo-se como veículo, solução aquosa de manitol a 300 mM .

Os frutos foram imersos na solução contida em dessecador em cuja tampa foi acoplado uma bomba de vácuo. (Anexo 1 – foto 1) Utilizou-se um total de 30 frutos que foram divididos em 4 tratamentos: Testemunha; manitol a 300 mM ;

manitol a 300mM contendo cloreto de cálcio a 2%; e esta solução com cloreto de cálcio a 2% contendo o radioisótopo ^{45}Ca com 58MBq.L^{-1} . Após a aplicação e escorrimento, 6 frutos de cada tratamento, foram separados em 4 camadas, epicarpo, mesocarpo, endocarpo e placenta com as sementes, que foram analisadas quanto aos teores de cálcio total e ^{45}Ca .

Para a realização da autoradiografia utilizam-se, 2 frutos do tratamento com o elemento marcado, que foram cortados em fatias transversais com aproximadamente 3,0 mm de espessura, sendo 2 fatias da parte mediana, foram secas conforme a metodologia utilizada na confecção de herbários. As autoradiografias foram realizadas segundo o preconizado por Vose (1980).

Os conteúdos de Ca total e ^{45}Ca foram determinados em extrato obtido por digestão nitro-perclórica das amostras (SARRUGE e HAAG, 1974). O teor de Ca total foi determinado por espectrofotometria de absorção atômica (MIYAZAWA et al., 1999) e o de ^{45}Ca utilizando-se contador de cintilação líquida Wallac Modelo 1409 (L'ANNUNZIATA, 1979).

Resultados e Discussão

As goiabas tratadas com cloreto de cálcio a 2% apresentaram, nas 4 camadas analisadas, um teor de cálcio total maior que os tratamentos controle (testemunha e manitol). Também foi observado que os frutos de goiaba apresentaram naturalmente maior teor de cálcio nas suas camadas mais externas(Tabela 1).

Tabela 1. Teor de cálcio total (%) contido em diferentes camadas do fruto, quando tratado ou não com cloreto de cálcio a 2%.

Camadas	Tratamentos		
	Testemunha	Manitol	CaCl ₂ 2%
Epicarpo (1)	1,0	1,2	2,6
Mesocarpo(2)	0,8	1,8	1,8
Endocarpo (3)	0,8	0,8	1,8
Placenta(4)	0,4	0,2	1,4

Quando se utilizou o radioisótopo ⁴⁵Ca, para verificar qual a quantidade de cálcio no fruto era proveniente da solução aplicada, verificou-se que o cálcio aplicado permaneceu nas camadas superficiais dos frutos (Figura 1).

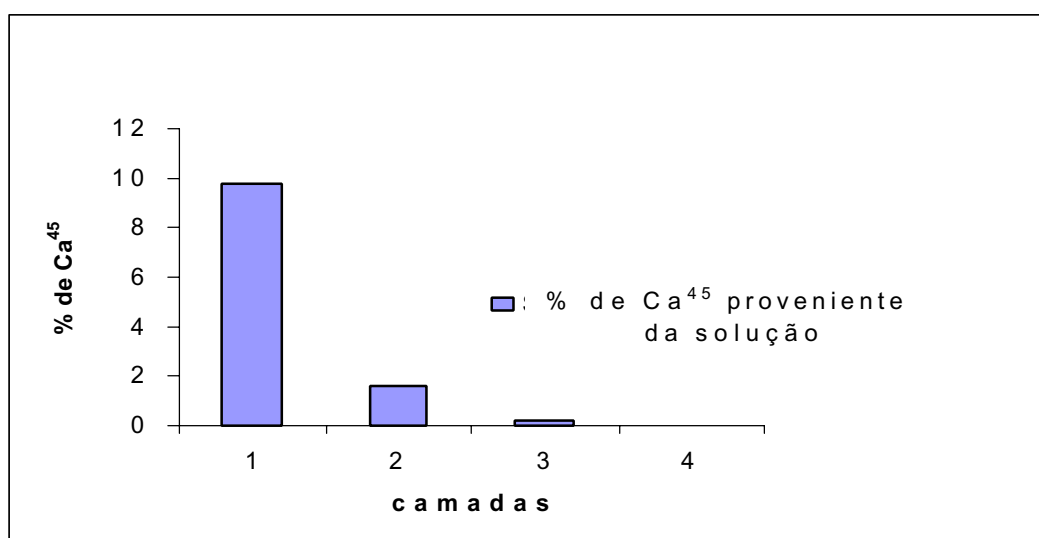


Figura 1. Teor de cálcio⁴⁵ nas diferentes camadas do fruto e proveniente da solução de CaCl₂ aplicado aos frutos. Onde: 1=epicarpo,2=mesocarpo, 3=endocarpo e 4=placenta

A autoradiografia (Figura 2b) mostra que o escurecimento do filme fotográfico só aconteceu na região externa do fruto, o que corresponde ao epicarpo (camada 1) do fruto (Figura 2). As camadas mais internas não apresentaram ⁴⁵Ca, indicando que o maior teor de cálcio total detectados nos

frutos tratados, foi efeito da amostragem, e que este íon foi pouco absorvido pela goiaba.

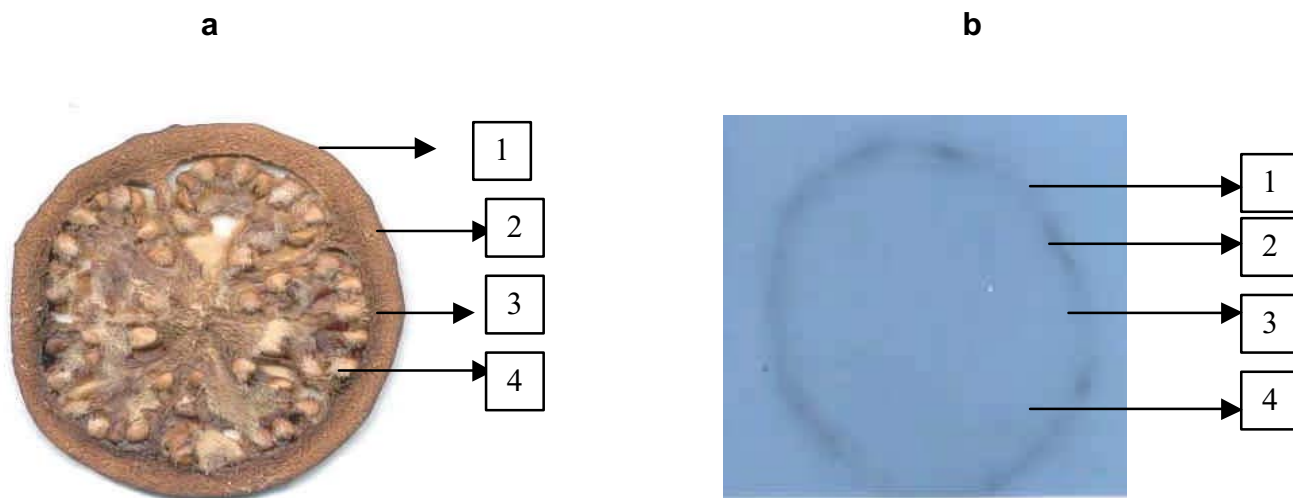


Figura 2. Autoradiografia de goiaba tratada com ^{45}Ca , amostra seca de fruto que recebeu ^{45}Ca (a) e a impressão do elemento marcado na película fotográfica (b).

Obs: os números indicam as camadas do fruto: 1 (epicarpo), 2 (mesocarpo), 3(endocarpo), 4 (placenta).

Conclusões

O cálcio aplicado em goiabas na pós-colheita, usando-se infiltração à vácuo, foi absorvido somente pela camada superficial do fruto, não chegando a atingir valores significativos na polpa (mesocarpo, endocarpo e placenta).

Referências Bibliográficas

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

BANTASH, V. G.; ARASIMOVICH, V. V. Characteristics of the pectin complex in apple fruits treated with calcium chloride. **Izvestiya Akademii Nauk Moldavskoi SSR**, n.5, p.23-6, 1989. CD-ROM-CAB Abstracts, 1992.

BRADY, C. J. Fruit ripening. **Annual Review of Plant Physiology**, California, v.38, p.155-177, 1987.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras-MG: FAEP, 1990. 230p.

DURIGAN, J. F. Colheita, conservação e embalagens. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA GOIABEIRA, 1. 1997, Jaboticabal. **Anais...**Jaboticabal: FUNEP, 1997. p.152-4.

FERGUSON, I. B., WATKINS, C. B. Ion relations of apple fruit tissue during fruit development and ripening. **Australian Journal Plant Physiology**, East Melbourne, v.8, p.259-266,1981.

FRENKEL, C.; KLEIN, I.; DILLEY, D. R. Methods for the study of ripening and protein synthesis in intact pome fruits. **Phytochemistry**, Oxford, v.8, p.945-955, 1969.

GONZAGA NETO, L., CRISTO, A. S., CHOUDHURY, M. M. Conservação pós-colheita de frutos de goiabeira, variedade Paluma. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n.1, p.1-6, 1999.

GRANGE, R. I. Crecimiento del fruto. In: AZCON-BIETO, T. **Fisiología y bioquímica vegetal**, New York: McGraw-Hill, p.449-461.1993.

JOYCE, D. C., SHORTER, A. J., HOCKINGS, P. D. Mango fruit calcium levels and the effect of postharvest calcium infiltration at different maturities. **Scientia Horticulturae**, v.91, p.81-99, 2001.

L'ANNUNZIATA, M.F. Sample preparation techniques for liquid scintillation counting. In: **Radiotracers in agricultural chemistry**. London: Academic Press, 1979. cap. 5, p.146-199.

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

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A; MURAOKA, T.; CARMO, C.A F.S. do. , MELLO, W.J.de. Análises químicas de tecido vegetal. In: **Manual de análises químicas de**

solos, plantas e fertilizantes. EMBRAPA - Comunicação para transferência de Tecnologia, Brasília. 1999, Cap. 4., p.173-223

PATHMANABAN, G.; NAGARAJAN, M.; MANIAN, K.; ANNAMALAINATHAN, K. Effect of fused calcium salts on post harvest preservation in fruits. **Madras Agricultural Journal**, Coimbatore, v.82, n.1, p.47-50, 1995.

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

SARRUGE, J.R., HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas.** Piracicaba: ESALQ-USP, 1974. 56p.

SIDDIQUI, S.; BANGERTH, F. The effect of calcium infiltration on structural changes in cell walls of stored apples. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v.5, n.71, p.703-708, 1996.

TAVARES, J. C. **Efeitos da refrigeração, cera, fungicida e cálcio na conservação pós-colheita da goiaba 'Paluma' (*Psidium guajava* L.).** 1993. 93f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1993.

VAN-EEDEN S. J. Calcium infiltration as a possible postharvest treatment to ncrease storage potential of mango fruit. **Yearbook South African Mango Growers Association**, South Africa, v.12, p.26-27,1992. In: **CAB Abstracts**, 1992. CD-ROM.

VOSE, P.B. Autoradiography. In: VOSE, P.B. (ed.) **Introduction to nuclear techniques in agronomy plant biology.** London: Pergamon Press, 1980. chap. 10, p.212-234.

WILLS, R. B. H.; MAHENDRA, M. S. Effect of postharvest application of calcium on ripening of peach. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, East Melbourne, v.29, n.5, p.751-753, 1989.

IMPLICAÇÕES

Dentre os tratamentos dos frutos de goiaba com reguladores e com cálcio, este último foi o que propiciou a maior vida útil pós-colheita das goiabas, 8 dias para as 'Pedro Sato', quando se utilizou CaCl_2 a 2%, e 6 dias para as 'Paluma', tanto a 1% como a 2%. O cálcio propiciou a melhor manutenção da massa fresca e da aparência. A auxina, na dosagem de 100 mg.L^{-1} ou 200 mg.L^{-1} , se destacou por mostrar ação retardadora à degradação de ácido ascórbico nos frutos das duas cultivares (Capítulos 2 e 3). Quando se associou a aplicação de cálcio com a de auxina e de giberelina, não se observou efeito sinérgico entre os mesmos no retardo do amadurecimento, o que levou à suspeita de que a estrutura física do fruto parece não permitir a intervenção da solução absorvida no processo de amadurecimento (Capítulo 4).

No Capítulo 5 associou-se cloreto de cálcio a 2% e ácido gibérelico a 200 mg.L^{-1} com diferentes embalagens e refrigeração. A manutenção da qualidade dos frutos, foi em função das embalagens e da refrigeração, que reduziram o metabolismo dos frutos. Os frutos tratados com cloreto de cálcio ou com ácido gibérelico apresentaram a mesma vida útil que os do testemunha.

Procurando testar outras alternativas para se aumentar a vida útil das goiabas, utilizou-se a aplicação do 1-metilciclopropeno (1-MCP) que é um composto volátil e tem demonstrado capacidade de inibição da ação do etileno, e para reduzir a respiração e com isso retardar o amadurecimento (Serek et al., 1995; Abdi et al., 1998; Golding et al., 1998), o que tem sido observado por vários autores em abacate (Jeong et al., 2002), tomates (Wills e Ku, 2002) e banana (Jiang et al., 1999). Neste experimento (Capítulo 6), quando o 1-MCP a 240 ppb foi aplicado em goiabas 'Pedro Sato' embaladas em bandejas de PET e armazenadas sob condições refrigeradas (10°C), não mostrou o efeito obtido para a conservação de outras frutas, mas apenas uma menor produção de CO_2 pelos frutos tratados. Novos testes deverão ser realizados sob condições ambientais e

com concentrações mais elevadas de 1-MCP para se chegar a conclusões mais precisas sobre a ação deste composto em goiabas.

Tendo-se a suspeita de que a absorção era o problema da falta de resultados efetivos com a aplicação de cálcio poderia ser devido a falta de absorção deste elemento, planejou-se um experimento com a utilização do radioisótopo Ca^{45} (Capítulo 7).

Sabe-se que o cálcio participa de forma importante da estrutura e da resistência mecânica da parede celular, pois seu acúmulo pode facilitar a ligação entre os polímeros de pectina, particularmente na lamela média, aumentando esta resistência (Siddiqui e Bangerth, 1996). Os resultados relativos à presença de cálcio total e ^{45}Ca nas diferentes camadas dos frutos de goiaba 'Pedro Sato' mostraram que o acúmulo de cálcio obedeceu um gradiente de fora para dentro e que o epicarpo, que é correspondente à casca, reteve quase a totalidade deste cálcio que foi pouco absorvido pelo fruto. Os resultados indicam que a falta de resposta dos frutos de goiaba a ação do cálcio aplicado através de infiltração a vácuo pode ser atribuída à falta de efetividade na absorção deste íon.

Os experimentos realizados indicam que o emprego de reguladores de crescimento vegetal após a colheita, visando a conservação de goiabas não é adequado, e que a efetividade do cálcio está relacionada à sua absorção pelos frutos, o que não se mostrou efetivo com a aplicação através de vácuo. Fica a necessidade de se testar e estabelecer outros métodos de aplicação. O uso de embalagem adequada, como a forma de PET recoberta com filme de PEDB perfurado ou PVC esticável, e a estocagem sob refrigeração (10°C) são bastantes efetivos e permitem conservar os frutos por até 18 dias (Experimento 5).

ANEXO 1

FOTO 1 . Equipamento desenvolvido utilizando-se dessecador acoplado a uma bomba de vácuo, para a infiltração das soluções nas goiabas.



PVC esticável
Polietileno perfurado



Celofane



FOTO 2 . Embalagens de PET contendo goiabas e recobertas com diferentes filmes plásticos.