

**UTILIZAÇÃO DE CLORETO DE CÁLCIO E  
ATMOSFERA MODIFICADA NA  
CONSERVAÇÃO DE CAQUI CV. FUYU**

**ALESSANDRA REGINA DAIUTO VASCONCELOS**

2000

**ALESSANDRA REGINA DAIUTO VASCONCELOS**

**UTILIZAÇÃO DE CLORETO DE CÁLCIO E ATMOSFERA  
MODIFICADA NA CONSERVAÇÃO DE CAQUI CV. FUYU**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciências dos Alimentos, área de concentração Fisiologia Pós-Colheita, para obtenção do título de "Mestre".

**Orientador:**

Prof. Dr. Luiz Carlos de Oliveira Lima

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2000

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

Vasconcelos, Alessandra Regina Daiuto

Utilização de cloreto de cálcio e atmosfera modificada na conservação de caqui  
cv. Fuyu / Alessandra Regina Daiuto Vasconcelos -- Lavras : UFLA, 2000.

85 p. : il.

Orientador: Luiz Carlos de Oliveira Lima.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Caqui. 2. Atmosfera modificada. 3. Cloreto de cálcio. 4. Conservação pós-  
colheita. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-664.853

**ALESSANDRA REGINA DAIUTO VASCONCELOS**

**UTILIZAÇÃO DE CLORETO DE CÁLCIO E ATMOSFERA  
MODIFICADA NA CONSERVAÇÃO DE CAQUI CV. FUYU**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciências dos Alimentos, área de concentração Fisiologia Pós-Colheita, para obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 15 de março de 2000

Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas

UFLA

Dra. Neide Botrel Gonçalves

EMBRAPA



Prof. Dr. Luiz Carlos de Oliveira Lima  
(Orientador)

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL

A Deus, meu Senhor  
Ao meu pai Mário,  
Minha mãe, Clóris e,  
Minhas irmãs Érica e Priscila,  
Por todo amor que sempre recebi  
Ao meu sogro Antônio Mariano  
Minha sogra Raimunda  
Aos meus cunhados Adriana e Delacyr  
Pelo apoio e incentivo

**OFEREÇO!!!**

Ao meu esposo, Adriano,  
pela compreensão,  
companheirismo e  
amor

**DEDICO!!!**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por sua presença constante em todos os momentos da minha vida.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) através do Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA), pela oportunidade de realização do curso.

À FAPEMIG – CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Luiz Carlos de Oliveira Lima pela orientação.

Ao professor Eduardo Valério de Barros Vilas Boas pela co-orientação.

À Dra. Neide Botrel Gonçalves por sua participação na banca examinadora desta dissertação, sua amizade e pela valiosa colaboração.

Aos professores da Pós-graduação da Universidade Federal de Lavras, pelos ensinamentos e formação profissional.

Ao professor Augusto Ramalho de Moraes, pela colaboração quanto à forma de análise estatística e apresentação dos dados.

Às laboratoristas Sandra, Constantina e Mércia pela grande contribuição e amizade.

Aos funcionários do DCA, principalmente à Adriana, Cleusa, Gicelda e Andréia, pelo constante apoio.

À Engenheira Agrônoma Heloisa, ao Nutricionista Marcelo, à aluna de graduação Juliana e ao meu esposo Adriano, pelo auxílio nas análises de laboratório.

Aos amigos e colegas de pós-graduação, e em especial a Ana Vânia, Alessandro, Pedro, Rogério, Karina, Mônica, Valéria, Luiz e Luiz Micolli, pela agradável convivência, amizade e auxílios prestados.

À professora Helenice Aparecida de Carvalho pela doação da embalagem utilizada nesta pesquisa.

À todos que direta ou indiretamente tenham colaborado na realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

### Página

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Aspectos Gerais.....	3
2.2 Modificações com o amadurecimento.....	5
2.2.1 Aparência.....	7
2.2.1.1 Açúcares.....	9
2.2.1.2 Sólidos Solúveis Totais (SST) e Acidez Total Titulável (ATT).	10
2.2.1.3 Vitamina C.....	12
2.2.1.4 Carotenóides.....	12
2.2.1.5 Textura.....	13
2.2.1.6 Parede Celular, Enzimas Hidrolíticas e substâncias pécticas.....	14
2.3 Cálcio.....	17
2.4 Atmosfera Modificada.....	20
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1 Procedência e Colheita dos Frutos.....	24
3.2 Tratamentos e preparo das amostras.....	24
3.3 Avaliações físicas, físico-químicas, químicas e bioquímicas.....	26
3.3.1 Massa fresca.....	26
3.3.2 Textura.....	26
3.3.3 Acidez total titulável (ATT) .....	26
3.3.4 pH.....	27
3.3.5 Vitamina C total.....	27
3.3.6 Sólidos solúveis totais (SST) .....	27

3.3.7 Carotenóides totais.....	27
3.3.8 Substâncias pécticas.....	28
3.3.9 Atividade de pectinametilsterase (PME) .....	28
3.3.10 Atividade de poligalacturonase (PG) .....	28
3.4 Análise do material da parede celular (MPC) .....	29
3.4.1 Cálcio ligado à parede celular.....	29
3.4.2 Hemicelulose.....	29
3.5 Delineamento Experimental.....	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1 Aparência.....	31
4.1.1 Açúcares Totais.....	31
4.1.2 Sólidos Solúveis Totais.....	35
4.1.3 Acidez Total Titulável (ATT) e pH.....	36
4.1.4 Vitamina C.....	40
4.1.5 Carotenóides Totais.....	42
4.1.6 Perda de Massa.....	46
4.1.7 Textura.....	49
4.1.8 Substâncias Pécticas.....	51
4.1.9 Enzimas Hidrolíticas.....	57
4.2 Análise da Parede Celular.....	63
4.2.1 Cálcio Ligado à Parede Celular.....	63
4.2.2 Hemicelulose.....	65
5 CONCLUSÕES.....	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68
ANEXOS.....	82

## RESUMO

VASCONCELOS, A.R.D. **Utilização de Cloreto de cálcio e Atmosfera Modificada na conservação de caqui cv. Fuyu. Lavras: UFLA, 2000. 85p. (Dissertação – Mestrado em Ciência dos Alimentos).**\*

Frutos de caqui cv. Fuyu foram colhidos no estágio de maturação fisiológica no Sítio Lagoa Preta em Barbacena, MG, e transportados ao Laboratório de Fisiologia e Bioquímica Pós-colheita da UFLA, Lavras, MG, onde foram submetidos à imersão em Benomyl + Tween 80 e tratados com cloreto de cálcio a 2% e embalagem absorvedora de etileno CF-film, sendo divididos em quatro grupos: Controle (que não receberam aplicação de cálcio e embalagem); CCaCE (Com cálcio com embalagem), CCaSE (Com cálcio sem embalagem) e SCaCE (sem cálcio com embalagem). Logo após foram armazenados durante 42 dias à temperatura de  $2^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  e  $90\% \text{ C} \pm 2$  de umidade relativa. O fruto íntegro foi avaliado quanto ao amaciamento, pH, acidez total titulável, sólidos solúveis, açúcares totais, carotenóides, vitamina C, pectina total e pectina solúvel, atividade das enzimas pectinametilesterase (PME) e poligalacturonase (PG). No material de parede celular (MPC) do mesocarpo, isolaram-se a hemicelulose e cálcio. Ao final do armazenamento os tratamentos com embalagem apresentaram menor degradação de açúcares totais e perda de massa reduzida. Nos tratamentos com cálcio houve menor solubilização de pectina solúvel, menor atividade da enzima PME e maior retenção de hemicelulose. Tanto os frutos tratados com cálcio quanto os com embalagem apresentaram menor atividade da enzima PG. Os diferentes tratamentos empregados neste trabalho não tiveram influência sobre o comportamento dos sólidos solúveis totais e vitamina C. Houve pouca redução na firmeza dos frutos e pouca oscilação no teor de acidez total titulável. Aparentemente o cálcio aplicado aos frutos não foi absorvido pela parede celular.

---

\* Comitê Orientador: Luiz Carlos de Oliveira Lima – UFLA (Professor Orientador), Eduardo Valério de Barros Vilas Boas – UFLA (Co-orientador).

## ABSTRACT

VASCONCELOS, A.R.D. Utilization of calcium chloride and modified atmosphere in the conservation of persimmon cv. Fuyu. Lavras: UFLA, 2000 85.p. (Dissertation – Master in Food Science).

Persimmon fruits cv. Fuyu were collected at the physiological maturation stage at the Sitio Lagoa Preta in Barbacena, MG and shipped to the Laboratory of Post-harvest Physiology and Biochemistry of the UFLA, Lavras, MG where they were submitted to the immersion in Benomyl + Tween 80 and treated with 2% calcium chloride and CF-film absorbing package being divided into four groups: Control (which were not given application of calcium and wrapping), CcaCE (with calcium with wrapping), CcaSE (with calcium without a wrapping), ScaCE (without calcium with wrapping). Soon after wards, they were stored for 42 days at the temperature of  $2^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  and  $90\% \pm 2\%$  of relative humidity. The whole fruit was evaluated concerning softening, pH, total titrable acidity, soluble solids, activity of pectinmethylesterase (PME) and polygalacturonase (PG) enzymes. In the cell wall material (CWM) of the mesocarp, hemicellulose, cellulose and calcium were isolated. During the storage, the association of the calcium and wrapping treatments promoted less mass loss less, degradation of total sugars and soluble pectin and increased retention of carotenoids, higher content of hemicellulose and cell wall-bound calcium. Increased content of cellulose was absorbed in ScaCE fruits. The CcaSE fruits (with calcium without wrapping) presented less activity of PME enzyme. There was little reduction in the firmness of the fruits and in the control and CcaSE treatments, the loss was smaller. The different treatments did not interfere in the behaviour soluble solids and vitamin C. At the end of the storage, the CcaCE fruits presented a better aspect than that of the other treatments proving to be more efficient in fruit conservation, although at 42 days storage, all the fruits except the controls displayed good appearance and commercialization potential.

Guidance Committee: Luiz Carlos de Oliveira Lima – UFLA (Adviser), Eduardo Valério de Barros Vilas Boas.

## 1 INTRODUÇÃO

O caquizeiro (*Diospyros kaki* L.) é originário das regiões montanhosas da China Central e Leste. Introduzido no Brasil no final do século passado, mostra grande potencial de expansão, dada a excelente adaptação às condições brasileiras.

A área brasileira ocupada pela cultura do caquizeiro é mantida em níveis estacionários, não ultrapassando 4.062 hectares (Simão, 1998). Atualmente, no Brasil, o caqui é cultivado principalmente nas regiões Sudeste e Sul, sendo o Estado de São Paulo o maior produtor, responsável por quase 50% da produção nacional. Com produção estimada em 40 mil toneladas, os principais pólos produtores são as regiões de Mogi da Cruzes, Jundiaí, Campinas e Atibaia, além de outros, no Sudoeste e Oeste Paulista. (Campo-Dall'Orto et al., 1996).

Esse fato conduz São Paulo à liderança entre os Estados brasileiros produtores de caquis, e em posição de destaque perante os países líderes na produção desse fruto, como o Japão, China, Itália, Nova Zelândia, África do Sul e Israel.

O interesse pela cultura encontra justificativa, além de sua perfeita adaptação às condições brasileiras, o caquizeiro é uma planta rústica, vigorosa e produtiva. Os frutos apresentam boa aceitação no mercado, excelente sabor, aparência e qualidade nutricional. O caqui constitui uma boa fonte de fibras, açúcar, vitaminas A e C, além dos sais minerais.

Dentre as cultivares existentes, ocorre um especial interesse por aquelas que apresentam os frutos não taninosos, que possam ser consumidos logo após a colheita. Para a exportação é preferida a cultivar Fuyu, que não é adstringente e alcança preços compensadores.

Grande parte dos frutos é perdida na época da safra, devido a alta produção de frutos por árvore e do curto período de produção, além do caqui ser um fruto extremamente delicado. O desenvolvimento de tecnologia pós-colheita adequada à melhor conservação dos frutos é de grande importância, uma vez que amplia o período de comercialização do produto.

Com o propósito de prolongar a vida pós-colheita de frutos tem sido utilizado produtos à base de cálcio na fase pré e pós-colheita. O aumento nos níveis de cálcio no fruto proporciona uma maior resistência na parede celular com conseqüente aumento da vida útil dos frutos, além de contribuir para redução de desordens fisiológicas.

Outra técnica que tem sido bastante empregada visando aumentar o período de conservação dos frutos relaciona-se a utilização de filmes poliméricos. A modificação da atmosfera no interior da embalagem, através da redução do oxigênio ( $O_2$ ) e aumento do dióxido de carbono ( $CO_2$ ), inibe o efeito estimulante do etileno, reduz a taxa respiratória, retardando o processo de amadurecimento. A redução substancial de ( $O_2$ ) e concomitante decréscimo da produção de etileno podem ser os responsáveis pelo retardamento do amadurecimento dos frutos embalados com filme de polietileno.

Pelo exposto, este trabalho teve como objetivos ampliar o período de armazenamento do caqui, cultivar "Fuyu", destinado principalmente ao consumo "in natura", através do emprego de atmosfera modificada e cloreto de cálcio a 2%, e avaliar a qualidade do fruto durante o armazenamento sob refrigeração, através de análises físicas e físico-químicas, químicas e bioquímicas.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Aspectos Gerais

O caquizeiro é cientificamente denominado *Diospyros kaki* pertencendo à família das Ebenáceas, a qual abrange um grande número de espécies de importância não só do ponto de vista da fruticultura, como também da silvicultura e do paisagismo. O gênero *Diospyros* compreende perto de 200 espécies, a maioria originária da Ásia, entre as quais, além da *Diospyros kaki*, se destacam a *Diospyros lotus*, usada em alguns países como porta-enxerto e a *Diospyros ebenum*, produtora de madeira de fama mundial, que é o ébano (Martins e Pereira, 1989).

As cultivares de caqui, de acordo com as características de seus frutos, se enquadram nos três diferentes tipos: sibugaki, amagaki e variável (Penteado, 1986; Martins e Pereira, 1989). O caqui, cultivar Fuyu pertence ao tipo amagaki. O fruto é de tamanho grande e formato arredondado, possuindo ou não sementes, nunca é taninoso. De sabor muito doce e agradável, com polpa firme, de coloração amarelo-avermelhado.

O tipo sibugaki compreende as variedades de polpa sempre taninosa e de cor amarelada, quer os frutos apresentem ou não sementes. Destacam-se entre eles as variedades Taubaté, Pomelo, Rubi, Trakoukaki, Hachiya e Coração-de-boi.

O tipo variável inclui as variedades de polpa taninosa e de cor amarelada, quando sem sementes e, não taninosas, parcial ou totalmente, quando apresentam uma ou mais sementes. Quando as sementes são numerosas a polpa é de cor escura, enquanto que nos frutos com poucas sementes, a tonalidade escura aparece apenas ao redor delas. Este é o tipo dos caquis popularmente

chamados “chocolate”. As principais variedades do tipo variável são Rama Forte, Giombo, Chocolate, Kaoru e Luiz de Queiroz.

As plantas do caqui, cultivar Fuyu são de porte médio, com produção inferior à das variedades precedentes, são exigentes quanto ao clima preferindo temperaturas amenas e tratos culturais específicos, para que frutifiquem com regularidade. Produz somente flores femininas e, embora frutifiquem partenocarpicamente, requer polinização cruzada para assegurar bom pegamento dos frutos. Tratos culturais específicos como desbaste e ensacamento dos frutos são utilizados para obtenção de frutos de qualidade superior (Martins e Pereira, 1989).

O caquizeiro é considerado uma planta tipicamente subtropical, possuindo ampla capacidade de adaptação às nossas condições ambientais.

Segundo Brackman e Saquet (1995), a maturação dos frutos ocorre de fevereiro a maio, dependendo do cultivar, sendo que fora desse período há escassez do produto no mercado, principalmente devido à carência de novas cultivares e de tecnologia pós-colheita adequada a conservação dos frutos.

As variedades pertencentes ao grupo Amagaki, são colhidas quando apresentam tonalidade amarelo-esverdeada (Simão, 1971; Penteado, 1986). A conservação do caqui depende do grau de maturação, das condições climáticas e do cultivar (Penteado, 1986).

A produção de caqui se destina, na sua maior parte, ao consumo “in natura”, no mercado interno, principalmente em São Paulo e no Rio de Janeiro. No entanto, não se pode deixar de lembrar que o caqui se presta, também, para a industrialização, podendo ser utilizado na fabricação de passa, vinagre e geleias (Costa, 1984; Martins e Pereira, 1989; Tiba, 1996).

## **2.2 Modificações com o amadurecimento**

A maturação corresponde a um processo fisiológico irreversível que estabelece o final do desenvolvimento dos frutos e o início da senescência. Algumas modificações que ocorrem durante esta fase são: maturação das sementes, alterações na coloração, mudanças nas taxas respiratória e de produção de etileno, modificações na permeabilidade dos tecidos e amolecimento, como consequência das mudanças na composição das substâncias pécicas, assim como alterações de outros carboidratos, ácidos orgânicos, proteínas, compostos fenólicos e pigmentos, produção de compostos voláteis e desenvolvimento de ceras sobre a casca (Wills et al., 1981; Chitarra e Chitarra, 1990).

A taxa de deterioração (perecibilidade) de frutos e hortaliças após a colheita é geralmente proporcional à taxa respiratória. Os produtos agrícolas são, geralmente, classificados de acordo com sua taxa de respiração. Baseado em seus padrões respiratórios e de produção de etileno durante a maturação, os frutos são considerados climatéricos ou não climatéricos. Os frutos climatéricos mostram um largo incremento nas taxas de produção de gás carbônico e etileno, coincidentes com o amadurecimento, enquanto os frutos não climatéricos não apresentam nenhuma mudança em suas, normalmente, baixas taxas de produção de gás carbônico e etileno, durante o amadurecimento (Kader, 1992).

A respiração é o processo que envolve a degradação oxidativa de produtos orgânicos, como amido, açúcares e ácidos orgânicos em moléculas mais simples, como gás carbônico e água, com produção de energia (ATP) e outras moléculas intermediárias, que são utilizadas em reações de síntese da célula (Rhodes, 1970; Wills et al., 1981). A respiração de frutos é um índice de sua atividade fisiológica e seu potencial de armazenamento (Salunke, Bolin e Reddy, 1991).

Após a colheita, os frutos têm vida independente e utilizam suas próprias reservas de substratos com conseqüente depressão nas reservas de matéria seca acumulada. Todavia, as atividades não são apenas catabólicas, pois alguns órgãos vegetais utilizam a energia liberada na respiração para continuar a síntese de pigmentos, enzimas e outros materiais de estrutura molecular elaborada, como parte essencial do processo de amadurecimento (Chitarra e Chitarra, 1990).

Wills et al. (1981), constataram que o caqui é considerado um fruto climatérico; no entanto, Takata (1983) relatou que os frutos de caquizeiro “Fuyu” podem apresentar um padrão que difere de ambos, climatérico e não-climatérico, considerando-se que os frutos colhidos tardiamente deixaram de apresentar picos marcantes na taxa respiratória e na produção de etileno, característicos de frutos colhidos no início da safra. Do modo similar, Turk (1993) observou que frutos colhidos em dois estádios distintos de maturidade apresentaram comportamento diferenciado durante o período de armazenamento refrigerado a que foram submetidos, sendo que os frutos da primeira colheita apresentavam um modelo climatérico típico, enquanto os frutos colhidos mais tardiamente apresentaram produção irregular de gás carbônico durante o armazenamento.

O etileno é um hormônio vegetal volátil produzido, provavelmente, por todos os vegetais. Ele é conhecido por elicitar uma gama de respostas fisiológicas, incluindo a indução do climatério respiratório (Biale, 1964).

A importância do etileno no amadurecimento é evidente a partir de seu efeito de estimulação do amarelecimento e amaciamento da polpa, da respiração e de sua produção autocatalítica. Seu papel tem sido confirmado pelo retardo do amadurecimento por inibidores da sua síntese e da sua ação (Abeles, Morgan e Saltveit, 1992).

A taxa de produção do etileno pode ser influenciada pelo ambiente, através da ação da temperatura, dos gases CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> e da luz, bem como pelas injúrias causadas pelos insetos, doenças, efeitos mecânicos e químicos, temperatura, déficit hídrico e radiação. Outro fator que pode alterar a produção de etileno corresponde aos reguladores vegetais, através das auxinas, giberelinas, citocininas, ácido abscísico e retardadores de crescimento (Felippe,1986).

As formas pelas quais os frutos climatéricos são conservados devem ter como objetivo a inibição ou a redução da síntese e dos efeitos do etileno, de forma a retardar o processo de amadurecimento; daí a grande importância da conservação de frutos sob baixas temperaturas, assim como o emprego de atmosfera controlada ou modificada em pós-colheita (Felippe, 1986).

### 2.2.1 Aparência

A aparência é o fator de qualidade mais importante, que determina o valor de comercialização do produto (Chitarra,1994). Os fatores que afetam a aparência de frutos e hortaliças são o tamanho, forma, cor, brilho, defeitos e deteriorações.

Para o consumidor, os atributos de qualidade encontram-se fortemente relacionados com os atributos sensoriais, e como principais destacam-se a aparência, a textura, o “flavor” (aroma e sabor). A avaliação conjunta destas propriedades, permitirá o conhecimento do valor real do fruto, como também, da capacidade de conservação ou deterioração do mesmo. Embora o bom balanço entre os constituintes químicos, seja imprescindível ao “flavor”, o parâmetro que induz ao ato de consumo é o aspecto externo apresentado pelo fruto, que atrai o consumidor e o conduz ao consumo. Desta forma, a aparência torna-se fundamental a comercialização, por exercer influência direta sobre a escolha do consumidor, além de responder pelo valor comercial do fruto (Darezzo,1998).

A cor é um dos parâmetros mais utilizados para indicar a maturidade dos frutos. Com poucas exceções, os frutos climatéricos perdem rapidamente a cor verde quando amadurecem, sendo este desverdecimento o resultado da degradação da clorofila e do aparecimento de pigmentos como carotenóides e antocianinas (Borsheim, 1980; Wills et al., 1989). O desenvolvimento da cor após a colheita é altamente dependente da temperatura de armazenamento, bem como do estágio de maturação que se encontra o produto (Borsheim, 1980).

O tamanho é avaliado pela circunferência, diâmetro, comprimento, largura, peso ou pelo volume. O tamanho é usualmente limitante como índice de maturidade em frutos, mas é bastante utilizado para hortaliças, especialmente naquelas comercializadas na fase precoce de seu desenvolvimento. Nesse caso, o tamanho é especificado como padrão de qualidade (Chitarra e Chitarra, 1990).

A forma é um dos critérios utilizados para distinguir diferentes cultivares de uma mesma espécie. É uma das características que pode conduzir à rejeição do produto pelo consumidor. Tanto os frutos como hortaliças com formato anormal, são pouco aceitos e têm baixo preço (Chitarra e Chitarra, 1990).

Os defeitos correspondem a quaisquer danos que tomem os produtos imperfeitos. Insetos e microorganismos, bem como as injúrias fisiológicas são as principais fontes de defeitos em frutos e hortaliças. A presença de defeitos externos reduz sensivelmente o potencial de comercialização, embora, em alguns casos, não haja redução nem do valor nutritivo nem da qualidade comestível (Chitarra e Chitarra, 1990; Salunkhe, Bolin e Reddy, 1991).

As desordens fisiológicas referem-se à degradação do tecido que não é causada por invasão de patógenos ou danos mecânicos. Elas podem se desenvolver em resposta a um ambiente adverso, especialmente temperatura, ou a uma deficiência nutricional durante o crescimento e desenvolvimento. (Wills et al., 1989). O "internal breakdown" se manifesta pelo escurecimento dos

tecidos (quando a temperatura de armazenamento é inadequada, muito baixa), comprometendo a aparência do produto e reduzindo sensivelmente seu potencial de comercialização (Chitarra e Chitarra, 1990).

#### 2.2.1.1 Açúcares

Um importante atributo associado à qualidade dos frutos é o teor de açúcares. O conteúdo e a composição de açúcares têm papel fundamental no sabor, sendo também indicadores do estágio de maturação dos frutos. Essa composição pode variar entre cultivares e na mesma cultivar, dependendo das condições climáticas, da fertilidade do solo, da época do ano, do estágio de maturidade e da porção do fruto (Arriola et al., 1980).

O aumento no teor de açúcares e a diminuição no teor de fenólicos e ácidos, associados à produção de compostos voláteis como aldeídos, cetonas, ésteres e álcoois, são responsáveis pelo agradável “flavor” do fruto quando maduro. Com as variações nos teores desses constituintes, atinge-se a qualidade comestível do fruto, que pode ser avaliada mediante análise sensorial, sólidos solúveis, odor e textura. O aroma é resultado de uma mistura complexa de vários compostos orgânicos que diferem individualmente, de acordo com sua estrutura molecular, solubilidade e volatilidade (Ramteke, Gipeson e Patwardhan, 1990).

Condit (1919), citado por Tiba (1996), mencionou que o caqui apresenta 18,2% de açúcares totais, sendo constituído notadamente por glucose e apenas traço de sacarose. Em estudos de caracterização do caqui, observou-se que os teores de açúcar variam entre cada variedade, desta forma Kolesnikov (1966) apresenta a faixa de 17 – 26%. Provavelmente esta extensa faixa se dá além das diferentes variedades também devido as diferentes condições edafoclimáticas que têm grande influência na composição química da fruta. Assim, o caqui apresenta percentual superior ao da maioria das frutas comuns,

nas quais, em geral, os teores de açúcares não ultrapassam 12% (Rigitano, 1966).

O teor de açúcares, em caqui, é elevado e durante o seu amadurecimento, o teor de açúcares redutores tende a aumentar, devido a hidrólise de carboidratos (Costa, 1991) originando açúcares mais simples, o que foi também observado por Wills et al. (1981).

Segundo Ito (1971), os principais açúcares redutores presentes nos frutos de caqui, são frutose e glucose, perfazendo total de 90% dos açúcares totais. O percentual de açúcares redutores, segundo alguns autores (Almeida e Valsechi, 1966; Ito, 1971 e Silveira et al. 1982) varia de 9,18 a 15,89%.

#### **2.2.1.2 Sólidos Solúveis Totais (SST) e Acidez Total Titulável (ATT).**

Um outro importante parâmetro utilizado como índice de maturação do fruto é a concentração de sólidos solúveis. Este parâmetro de acordo com Byrne, Nikolic, Burns (1991), não está correlacionado com os níveis de açúcares individuais ou com a composição relativa da doçura, porque, valores de sólidos solúveis, medidos através de refratômetro óptico, incluem, além dos açúcares, pectinas, sais e ácidos.

Ali e Brady (1982), relataram que, geralmente, o conteúdo de sólidos solúveis aumenta com o tempo e a temperatura de armazenamento após a colheita. A relação entre os sólidos solúveis e a acidez é uma das melhores formas de avaliação do sabor, sendo mais representativa que a medição isolada dos açúcares ou da acidez.

Segundo alguns autores (Ito,1971; Almeida, 1980 e Silveira, et al., 1982), o teor de sólidos solúveis (°Brix) em caquis, situa-se entre 9 e 21%, apesar de que exista relatos de variedades que apresentam até 24% (Murayama, 1973).

A acidez orgânica total, que é a soma de todos os ácidos orgânicos livres e aqueles presentes sob a forma de sais, tende a aumentar com o decorrer do crescimento do fruto até o seu completo desenvolvimento fisiológico, quando, então, começa a decrescer, à medida que ele vai amadurecendo. Esse declínio é favorecido pelas reações químicas, nas quais ocorre a oxidação dos ácidos orgânicos, com produção de gás carbônico e água (Sigrist, 1988).

Segundo Hulme (1970), o teor de ácidos orgânicos diminui com a maturação dos frutos, em decorrência da utilização destes compostos como substrato respiratório ou de sua conversão em açúcares. Desta forma, a medida que a acidez titulável diminui, os teores de açúcares aumentam e, conseqüentemente, a relação entre os teores de sólidos solúveis totais e acidez titulável, o chamado índice de maturação, cresce gradualmente. O balanço ideal entre os açúcares e os ácidos orgânicos é atingido com o amadurecimento do fruto, sendo o índice de maturação considerado o melhor indicador do sabor do fruto.

Os principais ácidos orgânicos não voláteis encontrados em caquis são: succínico, málico, cítrico e quínico (Senter et al., 1991); o ácido málico parece aumentar com a maturidade, enquanto o ácido cítrico declina (Senter et al., 1991).

A acidez titulável, expressa em porcentagem de ácido málico, varia de 0,16% a 0,23%, fazendo com que o caqui seja classificado como fruta com baixo teor de acidez (Fonseca, 1973).

Quanto ao potencial hidrogeniônico (pH) do caqui os valores encontrados em vários trabalhos situam-se no intervalo de 4,20- 6,60 (Almeida e Valsechi, 1966; Almeida, 1980 e Silveira et al., 1982). Ito (1971) encontrou pH médio de 5,5.

### **2.21.3 Vitamina C**

A vitamina C é uma poderosa substância redutora e, por consequência, facilmente oxidada. A oxidação do ácido ascórbico acontece na presença de oxigênio molecular e, muitas vezes, o processo é acelerado na presença de metais, especialmente o cobre, que faz parte da estrutura de diversas enzimas. O armazenamento ou cocção de produtos vegetais causa perdas da vitamina C em sua constituição (Braveman, 1967 e Roig, Rivera, Kennedy, 1993).

A vitamina C é encontrada largamente nos frutos e vegetais e recebe o nome de ácido ascórbico (forma reduzida), sendo o ácido L-ascórbico a sua forma principal e, biologicamente ativo. Após oxidar-se, o ácido ascórbico transforma-se em ácido dehidroascórbico, que também é ativo. Essa oxidação se dá pela ação da enzima ácido ascórbico oxidase (Braverman, 1967).

O conteúdo de vitamina C natural de muitos frutos depende de muitos fatores, incluindo variedades, estágio de maturação, condições de cultivo e época de colheita. Também a duração e as condições de armazenamento pós-colheita podem influenciar de forma decisiva no conteúdo destes constituintes (Roig, Rivera e Kennedy, 1993).

Homnava et al. (1990), encontraram em diversas variedades de caqui, uma faixa de 35 a 218 mg/100g de ácido ascórbico, tendo a variedade não adstringente Fuyu apresentado o maior teor de ácido ascórbico.

#### **2.2.1.4 Carotenóides**

Os carotenóides são um grande grupo de pigmentos associados a clorofila nos cloroplastos e também encontrados nos cromoplastos. Quimicamente os carotenóides são terpenóides constituídos por oito unidades isoprenóide. Quase todos os carotenóides são compostos por quarenta átomos de carbono. Eles são divididos em dois subgrupos: os carotenos e seus derivados oxigenados como as xantofilas. Ambos são insolúveis em água, embora a

xantofila tende a ser menos hidrofóbica que os carotenos. No tecido fotossintético, os carotenóides atuam tanto no processo fotossintético como na proteção, prevenindo as moléculas de clorofila de serem oxidadas (fotooxidação) na presença de luz e oxigênio (Kays, 1991).

A coloração de frutos maduros de caqui, é primariamente devido a pigmentos carotenóides, que variam de vermelho a laranja-amarelado. Nas variedades que se tornam coloridas próximo à época de colheita, a coloração é devido a um rápido aumento nos carotenóides. Entre esses pigmentos, licopeno é insignificante em frutos imaturos, mas atingem 30-40% do conteúdo do carotenóide total quando se completa a maturação. Outro componente, o ester xantofila, aumenta de 1 a 2% nos estádios iniciais de desenvolvimento para 10-20% do conteúdo total no estágio final de maturidade. Não há alteração na quantidade de xantofilas livres durante a maturação (Tsumaki et al., 1954, citado por Hulme, 1970).

De acordo com Klein (1987), ferimentos tais como cortes, conduzem a degradação de carotenóides de diversas maneiras. Os carotenóides são instáveis quando expostos a pH ácido, oxigênio ou luz, os quais podem ocorrer quando as células são rompidas pelo corte. Ferimentos, tais como cortes também promovem a produção de etileno (Watada et al. 1990), que acelera a senescência, incluindo oxidação de ácidos graxos por lipoxigenase, durante a qual os carotenóides podem ser degradados pela cooxidação (Thompson, Legge e Barber, 1987).

#### 2.2.1.5 Textura

Segundo Awad (1993), a textura é um dos principais atributos de qualidade em frutos, e as propriedades mecânicas de resistência dos tecidos se correlacionam com as características estruturais do conglomerado celular. A

textura depende da coesividade, do tamanho, da forma e da turgidez das células que compõe o tecido.

O amaciamento é uma das mais importantes modificações, normalmente, observadas durante o amadurecimento de frutos. Acredita-se que estas mudanças texturais resultem, primariamente, de mudanças na estrutura da parede celular (PC) (Huber, 1983).

O efeito das modificações da PC no amadurecimento do fruto tem sido mostrado por microscopia eletrônica, e a dissolução da região da lamela média bem como desordem geral do material remanescente de PC ainda não estão claros (O'Donoghue et al., 1997).

A degradação da protopectina da lamela média e da PC primária, o aumento da pectina solúvel e a perda de açúcares neutros não celulósicos, relatados durante o amadurecimento dos frutos (Gross e Sams, 1984), têm sido apontados como causas principais da perda de textura.

A redução da firmeza da maioria dos frutos de caqui observada durante a maturação (Awad et al., 1985; Awad et al., 1975; Rouhani et al., 1975) é decorrente do aumento da atividade da poligalacturonase (PG) (Wills et al. 1981), pectinametilesterase (PME) (Awad, 1985), e celulase.

#### **2.2.1.6 Parede Celular, Enzimas Hidrolíticas e substâncias pécticas**

A parede celular (PC) constitui-se numa complexa associação entre carboidratos, proteínas, lignina, água e substâncias incrustantes como cutina, suberina e certos compostos inorgânicos que variam entre espécies vegetais, tipos de células e mesmo entre células vizinhas. Muito se conhece sobre a estrutura e regulação metabólica dos vários componentes da PC, mas relativamente pouco se sabe sobre suas precisas funções e interações intermoleculares (Showalter, 1993).

A lamela média é depositada durante a divisão celular e atua conectando ou fazendo a coesão entre as células adjacentes, sendo conhecida como substância cimentante. É composta por substâncias pécicas, constituídas principalmente por polímeros de ácido galacturônico, que podem ser esterificados ou não. A alteração da coesão entre as células ocorrerá caso haja qualquer modificação nas características das pectinas presentes (Malis-Arad et al., 1983; Selvedran e O'Neil, 1987; Brett e Waldron, 1990).

Em essência, os componentes mais importantes da PC são os polissacarídeos: pectina, celulose e hemicelulose (Hobson e Grierson, 1993).

As substâncias pécicas são constituídas por um esqueleto básico de  $\alpha$ -1,4 galacturonana entremeadado com resíduos de ramnose em ligações 2- e 2,4-. Estes resíduos podem servir de pontos de ramificação, onde se ligam cadeias laterais de açúcares neutros, principalmente galactose e arabinose. As cadeias laterais de açúcares neutros tendem a formar blocos que resultam em regiões muito ramificadas e ligam pectinas com hemicelulose (Mangas et al., 1992).

As hemiceluloses são polímeros formados por diferentes açúcares neutros, como xilose, glucose, fucose e manose, os quais polimerizam-se a formas diversas, como xiloglucanas, glucomananas ou galactomananas, que podem ligar-se covalentemente às pectinas ou via pontes de hidrogênio às microfibrilas de celulose (Gross, 1990). Variam conforme a espécie ou tipo de célula. A maioria dos resíduos de glucose une-se a resíduos de xilose em ligação  $\alpha$  (1-6), aos quais podem se ligar resíduos de galactose e arabinose (Brett e Waldron, 1990).

A celulose consiste de cadeias lineares de resíduos glucosil  $\beta$ -1,4 ligados, que assumem uma estrutura microfibrilar estável através de pontes de hidrogênio (Hobson e Grierson, 1993). De acordo com Van Buren (1973), a celulose confere rigidez e resistência a PC, ao passo que as substâncias pécicas e as hemiceluloses conferem plasticidade e elasticidade.

A solubilização e a despolimerização de poliuronídeos durante o amadurecimento são atribuídas a duas enzimas: a poligalacturonase (PG) que catalisa a hidrólise de ligações  $\alpha$ -1,4 entre dois resíduos adjacentes de ácido galacturônico, e a pectinametilesterase (PME) que promove a desmetilação na posição C6 de resíduos de ácido metilgalacturônico (Seymour, Lasslet e Tucker, 1987).

Das PG que tem sido identificadas em frutos, ambas exo- e endopoligalacturonases têm sido caracterizadas. A PG tem sido identificada na zona de abscisão, bem como no amadurecimento de frutos e nos grãos de pólen de diversas plantas (Brown e Crouch, 1990).

A atividade da endo-PG (também chamada simplesmente de PG) tem sido identificada em vários frutos no amadurecimento e é correlacionada com aumentos em pectinas solúveis e amaciamento que acompanham o amadurecimento. Sugere-se que a PG é primariamente responsável pela degradação das pectinas associada ao amadurecimento e amaciamento do fruto (Huber, 1993; Brady, 1987). A PG é mais ativa na degradação de pectinas desmetiladas que metiladas (Seymour, Lasslet e Tucker, 1987; Seymour et al., 1987; Koch e Nevins, 1989).

Acredita-se que a pectinametilesterase tem pouco efeito no amaciamento da parede, servindo apenas para causar parcial desmetilação e permitindo atividade de PG. Esta desesterificação tem ocorrido, com a perda de ramificações laterais de galactose e arabinose das pectinas, durante o amadurecimento do fruto, conforme o indicado por Ahmed e Labavitch (1980) e Paull e Chen (1983).

De acordo com Melford e Prakash (1986), em frutos e hortaliças, a rigidez da PC é o principal fator determinante da textura. As estruturas rígidas e bem definidas da PC são modificadas com o avanço da maturação dos frutos.

Em caquis o amadurecimento é acompanhado por um aumento na solubilização do material péctico (Grant et al., 1992) e um decréscimo tanto no material péctico total como no tamanho de frações de pectina (Cutillas-Iturralde et al. 1993). Entretanto, a atividade de PG, que deveria acompanhado tais mudanças, não tem sido observada em alguns trabalhos (Awad 1985 ; Cutillas-Iturralde et al. 1993). Sugere-se que  $\beta$ -galactosidase deveria estar envolvida na degradação de pectina nos frutos do caquizeiro (Cutillas-Iturralde et al. 1993). Um aumento na atividade de PME tem sido observada concomitantemente com a formação do pico climatérico e amaciamento do fruto (Awad, 1895). Este autor sugere que um aumento na solubilidade de pectina possa resultar de um aumento na metil de-esterificação de poligalacturonatos pela PME.

Em caquis maduros, a quantidade total de substâncias pécticas varia de 0,52 a 1,07% em variedades não adstringentes (Ito, 1971). Segundo Ragazzini (1985), o teor de pectina em caqui maduro é relativamente baixo. Entretanto o teor de protopectina é maior próximo da colheita decrescendo logo em seguida, pois a ação do ácido péctico modifica a textura da polpa tornando-a mais mucilagínosa. De acordo com Lindner (1974) o teor de pectina está ao redor de 0,6% sendo este resultado confirmado por Benk (1985), que afirma a presença de 0,5 a 1,1% de pectina.

### 2.3 Cálcio

O cálcio tem recebido considerável atenção, por causa de seus efeitos desejáveis no retardo da senescência e controle de desordens fisiológicas em frutos e hortaliças (Holland, 1993).

O cálcio ocorre em tecidos na forma livre ou ligado a grupos carboxílicos, fenólicos e fosforílicos. A maior parte do cálcio dos tecidos encontra-se imobilizado no apoplasto (parede celular e espaços intercelulares),

nos vacúolos ou em associação com as membranas e certas organelas, como mitocôndrias e cloroplastos (Hepler e Wayne, 1985).

Segundo Poovaiah (1988), o cálcio protege a lamela média da desordem normal associada com a senescência. Além disso, esse mesmo autor observou em relação à firmeza do fruto que maçãs tratadas com cálcio possuem permeabilidade de membrana menor e contém mais clorofila e ácido ascórbico do que aquelas não tratadas.

A proporção de cálcio ligado à parede celular parece ser um fator importante no desencadear da maturação. O decréscimo do teor de cálcio na parede celular aumenta a permeabilidade das membranas e facilita a produção de etileno (Ricardo, 1983).

Como resultado da perda de ligação na lamela média, há um aumento do cálcio solúvel ou citoplasmático, afetando o metabolismo, o que conduz à senescência dos tecidos em frutos (Holland, 1993).

As substâncias pécticas, são ligadas inter e intra molecularmente pelo cálcio, e são largamente responsáveis pela rigidez dos tecidos (Grant et al., 1973), aumentando a estabilidade do complexo e limitando sua vulnerabilidade ao ataque pela poligalacturonase (Lima, 1992).

De acordo com Stow (1993), embora outros fatores estejam envolvidos, a perda de cálcio pela lamela média é considerada um grande fator contribuinte para o amaciamento dos frutos.

Os tratamentos pós-colheita que visam aumentar o teor de cálcio em frutos e hortaliças podem ser realizados por meio de imersões, pulverizações, infiltrações sob pressão reduzida. Além disso, diferentes compostos e formulações comerciais, contendo cálcio, podem ser utilizados (Fernandes, 1996; Gonçalves, 1998).

Em relação à técnica de aplicação de cálcio nos frutos, Zambrano e Manzano (1995), aconselham a imersão, uma vez que a técnica de infiltração pode danificá-los.

Há graves perdas econômicas anualmente devido a desordens fisiológicas que resultam do nível inadequado de cálcio em frutos, raízes e tubérculos de muitas plantas e também em folhas de mandioca, alface entre outras (Shear, 1975). Dentre estas desordens podem ser citadas o "bitter pit" em maçãs, "cok spot" em maçã e pera, "cracking" em cereja, maçã, cenoura, ameixa e tomate, "internal breakdown" em maçã, "tipburn" em escarola, chicória e morango, "blossom-end rot" em pimentão e tomate entre outras.

De acordo com Bramlage, Drake e Lor (1980), a ação do cálcio em retardar a senescência, proporcionar uma textura mais firme aos frutos e a outros órgãos vegetais, conferindo-lhes maior resistência às injúrias de natureza fisiológica, microbiana, é devido sua influência na permeabilidade e manutenção da integridade celular, assim como na atividade energética da membrana celular. Os teores de cálcio na célula, sua distribuição celular e os níveis de cátions competidores podem influenciar acentuadamente na relação ADP/ATP e, como consequência na taxa respiratória.

A manutenção de concentrações de cálcio, relativamente altas nos tecidos dos frutos, resulta em retardo do amadurecimento e amaciamento da polpa, baixas taxas respiratórias e baixa produção de etileno (Lurie e Klein, 1992). Conway et al. (1987), evidenciaram que o cálcio reduz a produção de etileno e atividades de PG e celulase. Essas enzimas entre outras são responsáveis pela degradação da cutina e parede celular.

O cálcio atua também inibindo a conversão do ácido 1-amino ciclo propano carboxílico (ACC) para etileno (Matto e Suttle, 1991; Shear, 1975).

Em frutos tratados com cálcio na pós-colheita, a penetração desse elemento se dá principalmente através de lenticelas; entretanto, fendas na

cutícula e epiderme podem, também, favorecer a sua absorção pela polpa do fruto (Gonçalves, 1998). Foi verificado por Burns e Pressey (1987), que a maior parte do cálcio introduzido em tecidos de frutos acumula-se no complexo parede-celular-lamela média.

No trabalho desenvolvido por Cia, Vieites e Neves (1998), com caquis imersos em diferentes concentrações de cloreto de cálcio, verificou-se que ao final de 15 dias de armazenamento, houve uma maior perda de textura nos frutos tratados com cloreto de cálcio à 2 e 4%, menor variação de coloração ocorrendo para os frutos tratados com cloreto de cálcio a 1% e testemunha, não havendo diferença significativa entre os tratamentos em relação a perda de massa. Os frutos do tratamento testemunha obtiveram um aumento maior no teor de sólidos solúveis totais, frutos tratados com cloreto de cálcio à 3 e 4%, apresentaram maiores perdas no teor de acidez e, o maior aumento de pH foi observado nos frutos tratados com cloreto de cálcio à 1%.

Com o objetivo de avaliar a eficiência do cálcio, ácido giberélico e Iprodione, Rubin et al.(1998), notaram que os tratamentos com cálcio a campo e cálcio e ácido giberélico nas frutas, mostraram melhores resultados de firmeza de polpa ao longo de 20 dias de armazenamento a temperatura ambiente. Estes mesmos tratamentos ao final do período apresentaram um °Brix menor, acidez mais elevada e uma menor liberação de etileno em relação aos demais. Entretanto, nos tratamentos com Iprodione e cálcio mais iprodione ocorreu uma maior taxa de liberação de etileno. As aplicações de cálcio a campo e de cálcio e ácido giberélico nas frutas, retardaram a maturação dos caquis. Já os tratamentos com iprodione aceleraram a maturação das frutas.

## **2.4 Atmosfera Modificada**

A atmosfera modificada pode ser conseguida entre outras formas pelo envolvimento do produto com embalagens plásticas, de permeabilidade limitada

ao O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>, com conseqüente modificação na concentração de gases no interior do invólucro. (Chitarra & Chitarra, 1990).

A modificação da atmosfera no interior da embalagem, através de redução de oxigênio (O<sub>2</sub>) e aumento do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), inibe o efeito estimulante do etileno, reduz a taxa respiratória, retardando o processo de amadurecimento (Sarantopoulos, Soler, 1988), reduz a perda de água (Hulbert & Bhowmik, 1987), retarda mudanças nos ácidos orgânicos, no conteúdo de açúcares, na cor e na textura (Nakhasi, Schlimme, Solomos, 1991).

A redução substancial de O<sub>2</sub> e concomitante decréscimo da produção de etileno podem ser os responsáveis pelo retardo do amadurecimento dos frutos embalados com filme de polietileno (Parodi, Sigrist, Park, 1996).

A embalagem como modificador da atmosfera ao redor dos frutos, além de protegê-los contra injúrias mecânicas (danos mecânicos) deve isolá-los de condições adversas de temperatura, umidade e acúmulo de gases, além de possibilitar a continuidade de seu processo vital, porém, de uma forma controlada, buscando-se sempre prolongar a vida útil e desacelerar o processo natural de senescência e deterioração destes (Chitarra & Chitarra, 1990).

Procurando conservar a qualidade dos frutos, assim como prolongar sua vida útil, a embalagem ideal é aquela que deverá manter a qualidade dos mesmos a níveis aceitáveis durante o armazenamento e, principalmente, durante a comercialização, pois é nessa fase que o fruto, que encontra-se na transição de maduro a senescente, é mais manipulado, ocorrendo um grande acúmulo de perdas (Darezzo, 1998).

Segundo Kader (1992), em alguns casos, a diferença entre as combinações benéficas e prejudiciais é relativamente pequena. Os potenciais riscos de AM no produto incluem: 1- iniciação e/ou agravamento de certas desordens fisiológicas, tais como "blackheart" em batatas, mancha marrom em alface e "browheart" em maçãs e pêras; 2- amadurecimento irregular em frutos,

[REDACTED]

como em banana, pêra e tomate, isso pode resultar de níveis de oxigênio inferiores a 2% ou níveis de gás carbônico superiores à 5% ; 3- perda de sabor e odor do produto como consequência de respiração anaeróbica, devido à baixas concentrações de oxigênio; 4- aumento da deterioração quando o produto está fisiologicamente injuriado por concentrações de oxigênio muito baixas ou gás carbônico muito elevado.

Existem 2 formas a saber de embalagem a saber: à vácuo e gás (fluxo de gás ou embalagem com troca gasosa). Embalagem a vácuo consiste em envolver o produto em um filme de baixa permeabilidade ao oxigênio, remoção do ar da embalagem e aplicação de selagem hermética (Smith et al., 1990, citados por Church e Parsons, 1994). Embalagem a gás é uma extensão desse processo, envolve remoção de ar da embalagem e reposição com gases específicos (Church e Parsons, 1994).

Na tentativa de ampliar ainda mais o período de armazenamento de frutos, tem-se utilizado o permanganato de potássio ( $KMnO_4$ ) como um inativador do gás etileno. O permanganato de potássio, sendo um forte agente oxidante, em contato com o etileno promove a oxidação do gás, o qual perde sua função hormonal. Essa forma de inativação do etileno pode ser utilizada nas atmosferas modificadas das embalagens lacradas com polietileno (PE) ou cloreto de polivinil (PVC), como também em câmaras frias, pela passagem dos gases da câmara por uma solução de permanganato de potássio (Darezzo, 1998). A retirada do etileno também ajuda evitar certos problemas fisiológicos, como o "chilling", que podem ser resultantes da maior sensibilidade de certos frutos à friagem quando torna-se alta a concentração do gás (Awad, 1993).

Segundo Parodi, Sigrist e Park (1996), foi introduzido no Brasil, um novo filme flexível (Everfresh Bag-EFB), impregnado com material de origem mineral que, de acordo com os importadores, apresentam a capacidade de absorver etileno.

A conservação de caquis depende do ponto de maturação, cultivar e condições de temperatura e umidade relativa das câmaras (Martins e Pereira, 1989). As cultivares Taubaté e Fuyu se conservam bem quando armazenadas em temperatura de 0°C e umidade relativa entre 85 e 90%. Segundo Lyon, Senter e Payne (1992), os caquis se conservam melhor em temperatura de 1°C.

Lee e Yang (1997), verificaram menor ocorrência de desordens fisiológicas e melhor qualidade de frutos de caquizeiro “Fuyu” quando estes eram acondicionados em filme de polietileno de 0,05 mm durante 90 dias de armazenamento.

Vidrih et al. (1990), armazenando caquis a 0°C em condições de atmosfera controlada, obteve frutos com maior firmeza da polpa com 3% CO<sub>2</sub>/2% O<sub>2</sub> após 100 dias de armazenamento. Lee, Shin, Park (1993), relata que boa conservação de caqui é obtida com a utilização de atmosfera controlada, sendo a incidência de escurecimento da epiderme reduzida com níveis de 5% de CO<sub>2</sub> e 2% de O<sub>2</sub> na temperatura de 0°C.

De acordo com Brackman e Saquet (1995), a condição de atmosfera controlada com 8% CO<sub>2</sub>/2% O<sub>2</sub> e temperatura de -0,5°C proporciona as melhores condições de armazenamento para as cultivares de caqui Taubaté, Bauru e Fuyu. Este mesmo autor sugere que a cultivar de caqui Fuyu apresenta maior capacidade para o armazenamento prolongado em atmosfera controlada.

Sargent, Crocker, Zoellner (1993) recomendam, para o armazenamento de caqui “Fuyu”, a temperatura de 20°C quando se deseja um rápido amadurecimento, e 0°C para um longo armazenamento.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Procedência e Colheita dos Frutos

Frutos do caquizeiro (*Diospyros Kaki l.*) cultivar “Fuyu”, foram obtidos de pomar comercial instalado no sítio Lagoa Preta no município de Barbacena-MG. As práticas de propagação, preparo do solo, adubação, irrigação, tratos culturais e controle fitossanitário foram conduzidas conforme padrão comercial para a cultura naquela região. Os frutos foram colhidos na maturidade fisiológica, nas primeiras horas da manhã, selecionados quanto ao tamanho e acondicionados em caixas de papelão e transportados imediatamente via terrestre para o Laboratório de Fisiologia e Bioquímica Pós-colheita da UFLA, Lavras-MG.

#### 3.2 Tratamentos e preparo das amostras

Os frutos foram novamente selecionados quanto à uniformidade de tamanho, grau de maturação e ausência de defeitos, em seguida imersos pós-colheita em água corrente para retirada do calor de campo, desinfectados com hipoclorito de sódio 0,1%, durante três minutos.

Os frutos foram divididos, aleatoriamente, em 3 repetições, sendo que cada grupo constou de 5 frutos e recebeu as aplicações dos tratamentos como se segue:

- Grupo 1 (Controle): frutos sem embalagem e sem cálcio.
- Grupo 2 (SCaCE): frutos acondicionados em embalagem absorvedora de etileno, sem cálcio.
- Grupo 3 (CCaCE): frutos acondicionados em embalagem absorvedora de etileno e com cálcio. Estes foram imersos durante 10 minutos em solução de

Cloreto de Cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) 2%, contendo Tween 80, como espalhante adesivo, e embalados com a embalagem absorvedora de etileno.

- Grupo 4 (CCaSE): frutos com aplicação de cálcio (como descrito no grupo 3) e sem embalagem absorvedora de etileno.

As unidades experimentais foram armazenadas em câmara fria com circulação de ar a  $2^\circ\text{C} \pm 0,5^\circ\text{C}$  e  $90\% \pm 2\%$  UR, durante 42 dias, com amostragem a cada 7 dias.

A embalagem absorvedora de etileno, designada "CF-film", foi produzida à partir de polietileno de baixa densidade impregnado com uma mistura de mineral ativado absorvente de etileno. A embalagem, cedida pela Di Aurus Mineração – Indústria e Comércio Ltda., apresentava espessura média de  $39\mu\text{m}$  e dimensões de 29 X 50cm, após seu fechamento. A embalagem foi caracterizada pelo CETEA do Ital, quanto à taxa de permeabilidade ao oxigênio, ao gás carbônico e ao vapor d' água. (Tabela 1).

TABELA 1 Taxas de permeabilidade do "CF-Film" ao oxigênio ( $\text{TPO}_2$ ) e ao gás carbônico ( $\text{TPCO}_2$ ), a seco e 1 atm de gradiente de pressão parcial de gás permeante e ao vapor d' água (TPVA) a  $38^\circ\text{C}$  e 90% U.R.

Estatística	$\text{TPO}_2$ $\text{Cm}^3 \text{ (CNTP)} \text{ m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$	$\text{TPCO}_2$ $\text{m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$	TPVA $\text{g} \text{ água} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$
Média	3739*	10433*	13,4**
Intervalo de variação	3596-3874	10268-10688	10,3-18,2
Coefficiente de variação	4	2	24,4

Médias referentes a três (\*) e cinco (\*\*) determinações.

Fonte: CETEA-ITAL

### **3.3 Avaliações físicas, físico-químicas, químicas e bioquímicas**

#### **3.3.1 Perda de Massa**

Determinada, em gramas, com auxílio de balança semi-analítica Mettler modelo PC 2000. Os resultados da perda de massa foram expressos em porcentagem, considerando-se a diferença entre a massa inicial e aquela obtida nos frutos da unidade experimental, a cada intervalo de tempo de amostragem.

#### **3.3.2 Textura**

Determinada com auxílio de texturômetro de MC Cormick, modelo FT 327, com ponteira de 8 mm de diâmetro. As medidas foram realizadas após remoção de pequena porção da casca na região equatorial do fruto. Foram realizadas quatro leituras por fruto. Os valores foram convertidos para Newton (N) multiplicados pelo fator 4,4482. Valores mais altos correspondem a frutos mais firmes.

Os frutos, após determinação da textura, foram cortados, descartando-se a semente) e reservando-se a polpa (mesocarpo) e casca (exocarpo) para as análises laboratoriais. Parte do material (25g) foi triturado com 75 mL de água destilada, por cerca de 3 minutos, em homogeneizador de tecidos (Tissumizer Teckmar Company, tipo SDT 1989). Após filtração em tecido tipo organza, foram realizadas as medições de pH, teor de sólidos solúveis totais e da acidez total titulável. O restante da amostra foi congelado em nitrogênio líquido e acondicionado em sacos plásticos hermeticamente fechados e mantidos a  $-20^{\circ}\text{C}$  para posteriores análises.

#### **3.3.3 Acidez total titulável (ATT)**

Foi obtida por titulação do filtrado com NaOH 0,01N, padronizado segundo a técnica do Instituto Adolfo Lutz (1985) e expressa em porcentagem

de ácido málico, por se tratar de ácido predominante neste fruto, segundo Ragazzini (1985).

### 3.3.4 pH

Foi determinado no filtrado utilizando-se um potenciômetro digital (AOAC, 1992).

### 3.3.5 Vitamina C total

Foi determinada colorimetricamente por reação com o 2,4-dinitrofenilhidrazina, a 520 nm, segundo Strohecker e Henning (1967). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico.100g<sup>-1</sup> de tecido.

### 3.3.6 Sólidos solúveis totais (SST)

Determinados no filtrado por leitura em refratômetro digital Atago, modelo PR-100 Palette e expressos em porcentagem, segundo a metodologia da AOAC (1992).

### 3.3.7 Carotenóides totais

Foram determinados em 2g de fruto triturado em homogeneizador de tecidos com 30 mL de álcool isopropílico e 10 mL de hexano. Após a extração (Higby, 1962), procedeu-se a leitura da absorbância a 450 nm, usando-se como branco uma mistura de acetona e hexano. Os teores de carotenóides totais foram expressos em mg.100g<sup>-1</sup> de fruto fresco, segundo a equação adotada por Higby (1962):

$$C = (A_{452} \times 100) / (250 \times L \times W)$$

onde:

C= concentração de carotenóides totais em mg.100g<sup>-1</sup>.

A<sub>452</sub>= absorbância a 452 nm.

L= comprimento da célula.

W= peso da amostra no volume final da diluição (2g.50 mL<sup>-1</sup>).

### 3.3.8 Substâncias pécticas

As substâncias pécticas totais e sua porção solúvel foram extraídas seguindo a técnica adaptada por McCready e McCoomb (1952) e determinadas colorimetricamente através de reação com carbazol, segundo a técnica de Bitter e Muir (1962). Os teores foram expressos em mg de ácido galacturônico.100g<sup>-1</sup> de tecido. Pela relação entre a pectina solúvel e total, calculou-se o percentual de solubilidade.

### 3.3.9 Atividade de pectinametilesterase (PME)

Foi determinada de acordo com a técnica descrita por Jen e Robinson (1984). Utilizou-se como substrato uma solução de pectina cítrica a 1% em NaCl 0,2 M, pH 7,0, à temperatura ambiente. A taxa de desmetilação da pectina, adicionada do extrato enzimático, foi medida pela titulação da mistura de reação com NaOH 0,01 M, mantendo-se o pH 7,0 por 10 minutos. A unidade de atividade enzimática (UAE) foi definida como sendo a capacidade da enzima em catalisar a desmetilação de pectina correspondente a 1 nanomol de NaOH por minuto nas condições de ensaio. Os resultados foram expressos em unidades de atividade enzimática por minuto por grama de peso fresco (UAE.min<sup>-1</sup>.g<sup>-1</sup>).

### 3.3.10 Atividade de poligalacturonase (PG)

Foi determinada de acordo com a metodologia utilizada por Pressey e Avants (1973). A atividade foi determinada por incubação do extrato enzimático com solução de ácido poligalacturônico a 0,25% em tampão acetato de sódio 37,5mM, pH 5,0, a 30°C, por 3 horas. A reação foi interrompida em banho-maria fervente. Os grupos redutores liberados foram determinados segundo a

técnica de Somogyi adaptada por Nelson (1944), usando-se glucose anidra como padrão. A unidade de atividade enzimática (UAE) foi definida como sendo a capacidade da enzima em catalisar a formação de um nanomol de açúcar redutor por minuto por grama ( $\text{UAE} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ ), nas condições de ensaio.

### **3.4 Análise do material da parede celular (MPC)**

A parede celular foi extraída do material (polpa + casca), como descrito por Mitcham e McDonald (1992), com poucas modificações. O pericarpo (100 g) foi triturada em liquidificador com etanol 80% (200mL) e centrifugado a 2000rpm por 10 minutos. O resíduo foi lavado com 200 mL de tampão fosfato 50mM, pH 6,8, seguido de PAW (fenol:ácido acético:água 2:1:1) (80 mL) e novamente com o mesmo tampão fosfato (100 mL). O resíduo foi submetido ao teste com  $\text{KI/I}_2$  para verificar a ausência de amido. A PC foi então obtida por lavagens sucessivas com clorofórmio:metanol (1:1, v/v) e acetona (por 4 vezes), seguida de secagem sob vácuo à temperatura ambiente.

#### **3.4.1 Cálcio ligado à parede celular**

O MPC (0,5g) foi submetido à digestão nitroperclórica e o teor de cálcio determinado por espectrofotometria de absorção atômica, conforme a metodologia descrita por Sarruge e Haag (1974). Os resultados foram expressos em porcentagem no MPC.

#### **3.4.2 Hemicelulose**

O MPC (0,01g) de parede celular foi solubilizado em 1 mL de ácido trifluoroacético (TFA 2N) a 120°C, diluídos em 50 mL de água destilada e filtrados em papel de filtro. Os açúcares neutros presentes no filtrado foram determinados através do método da antrona (Dishe, 1962) e os resultados expressos em porcentagem de hemicelulose na parede celular.

### **3.5 Delineamento Experimental**

O experimento foi instalado utilizando-se delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), sendo os tratamentos dispostos num esquema fatorial triplo 2 X 2 X 7, em que se estudou a utilização ou não de cálcio e de embalagem, a interação do uso de embalagem com ou sem cálcio, e os períodos de armazenamento (0, 7, 14, 21, 28, 35, 42 dias). A parcela experimental foi composta por cinco frutos e foram utilizadas três repetições.

Os resultados observados para cada variável foram submetidos à análise de variância e as médias de embalagens, cálcio, e a interação de cálcio e embalagem, quando significativas, foram comparadas pelo teste de Student ao nível de 1% e 5% de probabilidade. Para a descrição das variáveis em função dos períodos de armazenamento, foram feitas análises de regressão. Os modelos de regressão polinomial foram selecionados com base na significância do teste F para cada modelo e seus respectivos coeficientes de determinação. As análises foram realizadas com o auxílio do software SISVAR (Ferreira, 1999).

As avaliações relativas ao material de parede celular não foram submetidas à análise estatística.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Aparência

#### 4.1.1 Açúcares Totais

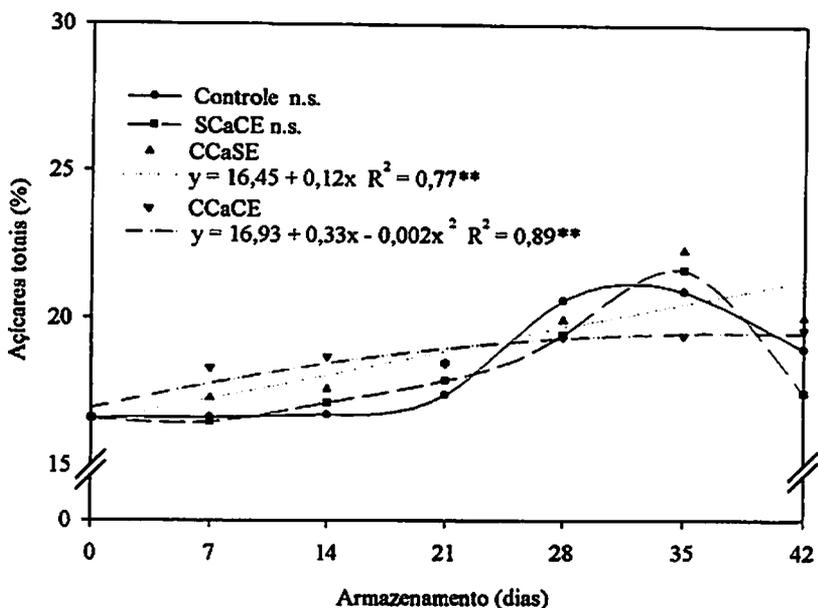
Pelo resumo de análise de variância nota-se que apenas não houve efeito significativo da interação cálcio e embalagem sobre os teores de açúcares totais (Tabela 1A-Anexo).

Aparentemente, houve um aumento nos teores de açúcares totais em todos os tratamentos, até o 35º dia de armazenamento, a partir do qual a tendência foi de redução (Tabela 2, Figura 1).

TABELA 2. Açúcares totais (%) de caquis cv. Fuyu em função da aplicação de cálcio e embalagem e do período de armazenamento. Lavras, UFLA, MG, 2000.

Trat.	Período de armazenamento (dias)							
	0	7	14	21	28	35	42	Total
sem embalagem								
S/Ca	16,59 b	16,61 b	16,72 b	17,41 b	20,61 b	20,93 b	18,99 b	18,26
C/Ca	16,59 b	17,28 b	17,55 a	18,45 a	15,54 b	22,31 a	20,04 a	18,89
com embalagem								
S/Ca	16,59 b	16,47 b	17,13 b	17,90 b	19,16 b	21,66 a	17,50 b	18,05
C/Ca	16,59 b	18,30 a	18,70 a	18,48 b	19,38 b	19,44 b	19,64 b	18,64
sem cálcio								
S/emb.	16,59 b	16,61 b	16,71 b	17,40 b	20,61 a	20,93 b	18,99 a	18,26
C/emb.	16,59 b	16,46 b	17,12 b	17,90 b	19,15 b	21,66 a	17,49 b	18,05
com cálcio								
S/emb.	16,59 b	17,27 b	17,55 b	18,49 b	19,94 b	22,30 a	20,03 b	18,88
C/emb.	16,59 b	18,30 a	18,70 a	18,48 b	19,38 b	19,44 b	19,63 b	18,64

\* Médias seguidas de mesma letra, minúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Student ao nível de 5% de probabilidade.



**FIGURA 1** Concentração de açúcares totais (%) de caquis cv. Fuyu em função do tempo de armazenamento. Lavras, UFLA, MG, 2000.

Analisando-se o efeito do cálcio sem embalagem ao longo do período de armazenamento observa-se que aparentemente até os 7 dias não houve diferença significativa quando os frutos foram submetidos ou não ao tratamento com cálcio sem embalagem (16,59%). Dos 14 aos 21 dias de armazenamento nota-se que os frutos tratados com cálcio sem a embalagem apresentaram valores maiores de açúcares totais. Aos 28 dias não ocorreu diferença significativa entre os frutos tratados ou não com cálcio sem a embalagem. Dos 35 aos 42 dias verifica-se valores mais elevados de açúcares totais nos frutos tratados com cálcio sem embalagem (20,04%) (Tabela 2, Figura 1).

Pode-se inferir que aparentemente os frutos submetidos ao tratamento com cálcio e sem embalagem apresentaram valores relativamente mais altos de açúcares totais em relação aos frutos tratados sem cálcio e sem embalagem,

portanto a utilização de cálcio sem embalagem não foi eficiente uma vez que nestes frutos (dos 14 aos 21 dias e dos 35 aos 42 dias de armazenamento) houve valores mais elevados de açúcares totais em relação aos frutos tratados sem cálcio e sem embalagem (Controle).

Com relação ao efeito do cálcio com embalagem ao longo do período de armazenamento observa-se que dos 7 aos 14 dias os frutos com cálcio com embalagem apresentaram valores relativamente mais elevados de açúcares totais (18,30% e 18,70%, respectivamente em relação aos frutos sem cálcio com embalagem (16,47% e 17,13% respectivamente). Dos 21 aos 28 dias de armazenamento não houve aparentemente diferença significativa quando os frutos foram submetidos ou não ao tratamento com cálcio com embalagem. Aos 35 dias de armazenamento os frutos sem cálcio com embalagem apresentaram valores mais elevados de açúcares totais (21,66%) em relação aos frutos com cálcio com embalagem (19,44%). Aos 42 dias de armazenamento não houve diferença significativa entre os frutos com e sem cálcio com embalagem (Tabela 2, Figura 1).

Pode-se inferir que a associação do cálcio e da embalagem no início do armazenamento (dos 7 aos 14 dias de armazenamento) não foi eficiente uma vez que os frutos sem cálcio com embalagem apresentaram valores inferiores de açúcares totais.

Até os 21 dias de armazenamento não observa-se diferença significativa entre os frutos submetidos ou não a aplicação da embalagem sem cálcio, já aos 28 dias os frutos sem embalagem sem cálcio apresentaram valores mais elevados de açúcares totais (20,61%), aos 35 dias de armazenamento os frutos com embalagem e sem cálcio apresentaram valores relativamente mais elevados de açúcares totais (21,66%) em relação aos frutos sem embalagem e sem cálcio (20,93%). Aos 42 dias de armazenamento nota-se que em média os frutos sem

cálcio sem embalagem apresentaram maiores valores de açúcares totais (18,99%) em relação aos com embalagem e sem cálcio (17,49%).

Com relação a aplicação de cálcio nos frutos pode-se inferir que dos 7 aos 21 dias foram verificados valores inferiores de açúcares totais nos frutos sem cálcio. Aos 28 e 35 dias de armazenamento não ocorreu diferença entre os frutos submetidos ou não a aplicação com cálcio sobre os teores de açúcares totais. Ao final do tempo de armazenamento, nota-se valores menores de açúcares totais nos frutos que não sofreram aplicação de cálcio, com isso verifica-se que a utilização do cálcio não foi necessária para retardar a degradação de açúcares totais nos frutos submetidos ao tratamento com cálcio (Tabela 2).

Em média os frutos sem cálcio e frutos com embalagem apresentaram menor degradação de açúcares totais (18,16% e 18,35%, respectivamente). Pode-se inferir portanto, que a embalagem foi eficiente em retardar a degradação de açúcares totais, não havendo necessidade da aplicação do cálcio, uma vez que os frutos tratados com cálcio apresentaram maior degradação de açúcares totais (Tabela 2, Figura 1).

Os valores de açúcares totais encontrados neste trabalho estão dentro da faixa citada para caquis que varia de 17 a 26% (Kolesnikov, 1966).

Sarria e Honório (1998), verificaram em trabalho desenvolvido com caquis cultivar Fuyu armazenados em duas condições de conservação (com e sem refrigeração), um aumento progressivo dos açúcares redutores e totais através do tempo, independente da condição de conservação. O conteúdo de açúcares redutores e totais variou entre 15 e 20% e de açúcares não redutores entre valores de 0 a 1%. O valor máximo encontrado neste trabalho para açúcares totais está um pouco acima (22,31%) do observado por estes autores.

#### 4.1.2 Sólidos Solúveis Totais (SST)

O teor de SST foi influenciado apenas pelo tempo de armazenamento. Não houve influência dos tratamentos com cálcio ou com embalagem, ou da interação de ambos, sobre os valores médios de SST dos frutos (Tabela 1A-Anexo).

Através da Figura 2, observa-se que ocorreu um declínio no teor médio de SST, de 22,3 para 20,4%, isto ocorreu provavelmente pelo consumo de substratos no metabolismo respiratório dos caquis. Os valores de SST encontrados neste trabalho estão dentro da faixa observada por vários autores que varia de 9 a 21% (Ito, 1971; Almeida, 1980 e Silveira et al., 1982), sendo que Murayama (1973), encontrou cultivares que continham 24% de SST.

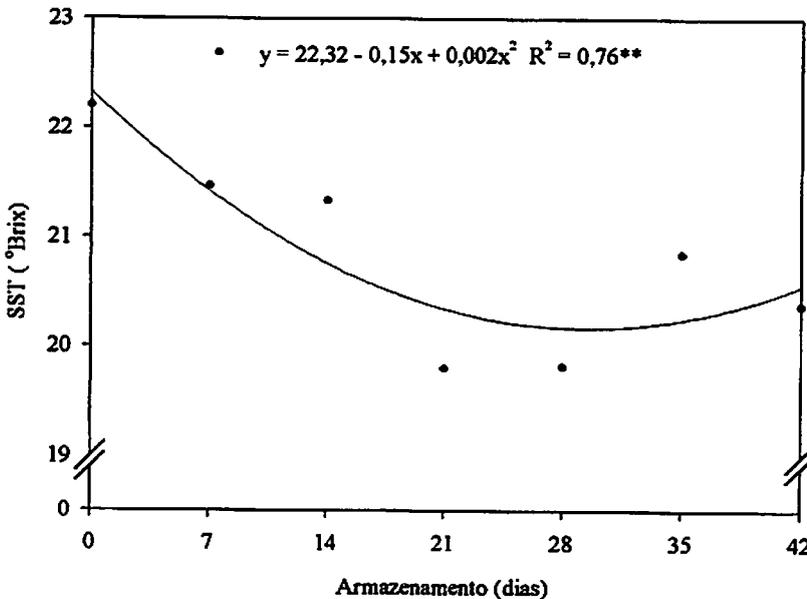


FIGURA 2 Teores de sólidos solúveis totais (SST - °Brix) de caquis cv. Fuyu em função do tempo de armazenamento. Lavras, UFLA, MG, 2000.

### 4.1.3 Acidez Total Titulável (ATT) e pH

O resumo de análise de variância indica efeito significativo do tempo de armazenamento e da interação deste com a embalagem para ATT (Tabela 1A-Anexo).

Pela Figura 3 observa-se que aparentemente houve pouca oscilação com relação aos valores de ATT durante o armazenamento (0,07 a 0,11% de ácido málico), sendo que do ponto de vista da média estatística não ocorreu diferença significativa quando se utilizou ou não a embalagem (0,08% de ácido málico) (Tabela 3).

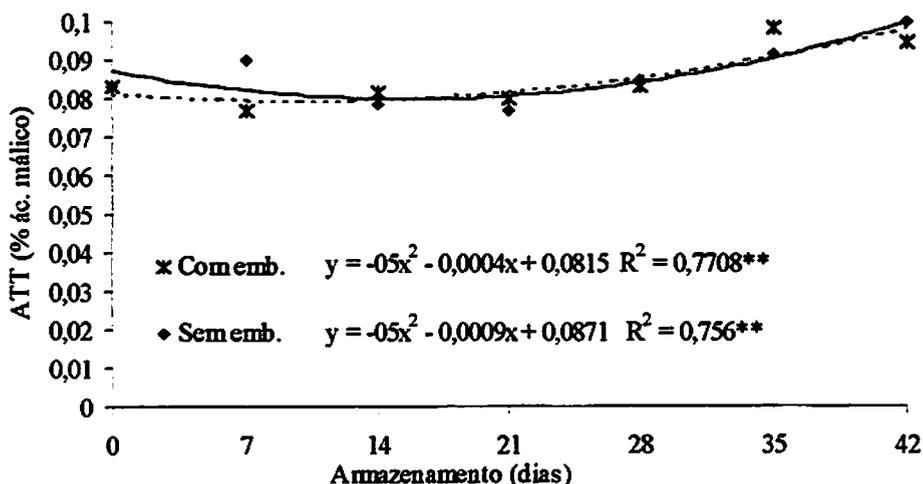


FIGURA 3 ATT (% de ácido málico) de caquis cv. Fuyu em função do tempo de armazenamento. Lavras, UFLA, MG, 2000.

Verifica-se na Figura 3 que aos 7 dias de armazenamento os frutos embalados apresentavam teor de ATT inferior aos frutos sem embalagem, entretanto dos 14 dias até o final do experimento não ocorreu diferença significativa utilizando-se ou não a embalagem.

TABELA 3. ATT (%) de caquis cv. Fuyu em função da aplicação de cálcio e embalagem do período de armazenamento. Lavras, UFLA, MG, 2000.

Trat.	0 dias	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias	35 dias	42 dias	Total
C/emb.	0,08 b	0,08 b	0,08 a	0,08 a	0,08 a	0,09 b	0,09 b	0,08 b
S/emb.	0,08 b	0,09 a	0,08 a	0,08 a	0,08 a	0,09 b	0,10 b	0,08 b
Total	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	

\* Médias seguidas de mesma letra, minúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Student ao nível de 5% de probabilidade.

Na maioria dos frutos é comum observar redução de acidez durante a maturação devido ao uso dos ácidos orgânicos como fonte de energia, com exceção do abacaxi e banana que são mais ácidos quando maduros (Wills et al., 1981). Neste trabalho, ao contrário, a acidez manteve-se constante no decorrer do período experimental.

Segundo Fonseca (1973), a acidez titulável em caqui, expressa em porcentagem de ácido málico varia de 0,16 a 0,23%, fazendo com que o caqui seja classificado como fruta com baixo teor de acidez. Segundo Costa (1991), a cultivar Taubaté em amadurecimento induzido apresenta acidez média de 0,22%. Entretanto, Srinivasan et al. (1974), trabalhando com os cultivares Dai Dai Maru e Taubaté, e com diferentes concentrações de ethephon, encontraram valores entre 0,11 e 0,21% de ácido málico, confirmando a baixa acidez do caqui. Os valores de ATT encontrados no presente trabalho estão de acordo com os verificados por estes autores.

Moura (1995), em seu trabalho com caquis cultivar Taubaté observou que frutos embalados apresentavam-se mais ácidos que aqueles não embalados. Já neste experimento não foi verificada diferença significativa com relação a acidez quando se utilizou ou não a embalagem.

O resumo de análise de variância evidenciou o efeito significativo do tempo de armazenamento e da interação deste com o cálcio e da interação tripla (tempo, cálcio e embalagem) sobre os valores de pH (Tabela 1 A-Anexo).

Observa-se na Figura 4 efeito quadrático para o pH nos tratamentos Controle, CCaSE e CCaCE, em todos os tratamentos houve variações de pH no decorrer do armazenamento.

Estudando-se o efeito do cálcio sem embalagem ao longo do período de armazenamento, verifica-se que aos 7 dias os frutos tratados com cálcio sem embalagem apresentaram um valor de pH superior (6,49) aos frutos sem cálcio e sem embalagem (6,21), dos 14 aos 21 dias de armazenamento não houve diferença significativa entre os frutos tratados com e sem cálcio sem embalagem. Aos 28 dias verifica-se valor de pH superior nos frutos sem cálcio e sem embalagem (6,8). Ao final do período de armazenamento (35 aos 42 dias) não houve diferença significativa entre os frutos com e sem cálcio sem embalagem (Tabela 4, Figura 4).

Pela Tabela 4, nota-se que até os 14 dias de armazenamento não houve diferença significativa utilizando-se ou não o cálcio com a embalagem sobre os valores de pH. Aos 21 dias de armazenamento verifica-se valor superior de pH nos frutos submetidos ao tratamento com cálcio com embalagem (6,52). Dos 28 aos 42 dias de armazenamento não houve diferença significativa entre os frutos tratados ou não com cálcio com embalagem.

Avaliando-se o efeito da embalagem sem cálcio ao longo do período de armazenamento nota-se que até os 14 dias não houve diferença significativa entre a utilização ou não da embalagem sem cálcio, entretanto aparentemente aos 21 e 28 dias observa-se um valor de pH superior nos frutos sem embalagem e sem cálcio (6,54 e 6,8 respectivamente) em relação aos frutos com embalagem sem cálcio (6,22 e 5,53 respectivamente). Dos 35 aos 42 dias de armazenamento

não houve diferença significativa entre os frutos tratados ou não com embalagem e sem cálcio (Tabela 4, Figura 4).

Pela análise do efeito da embalagem com cálcio ao longo do período de armazenamento, verifica-se que aparentemente não houve diferença significativa nos valores de pH quando se empregou ou não a embalagem com cálcio (Tabela 4, Figura 4).

TABELA 4. pH de caquis cv. Fuyu em função da aplicação de cálcio e embalagem (dias) e do período de armazenamento. Lavras, UFLA, MG, 2000.

Trat. (dias)	Período de armazenamento (dias)							Total
	0	7	14	21	28	35	42	
	sem embalagem							
S/Ca	5,97 b	6,21 b	6,54 b	6,54 b	6,80 a	6,21 b	5,90 b	6,31
C/Ca	5,97 b	6,49 a	6,50 b	6,45 b	6,34 b	6,22 b	5,90 b	6,26
	com embalagem							
S/Ca	5,97 b	6,18 b	6,56 b	6,22 b	6,53 b	6,34 b	5,86 b	6,23
C/Ca	5,97 b	6,29 b	6,42 b	6,52 a	6,51 b	6,18 b	6,00 b	6,29
	sem cálcio							
S/emb.	5,97 b	6,21 b	6,54 b	6,54 a	6,80 a	6,21 b	5,90 b	6,31
C/emb.	5,97 b	6,18 b	6,56 b	6,22 b	6,53 b	6,34 b	5,86 b	6,23
	com cálcio							
S/emb.	5,97 b	6,49 b	6,50 b	6,45 b	6,34 b	6,22 b	5,90 b	6,26
C/emb.	5,97 b	6,29 b	6,42 b	6,52 b	6,51 b	6,18 b	6,00 b	6,27

\* Médias seguidas de mesma letra, minúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Student ao nível de 5% de probabilidade.

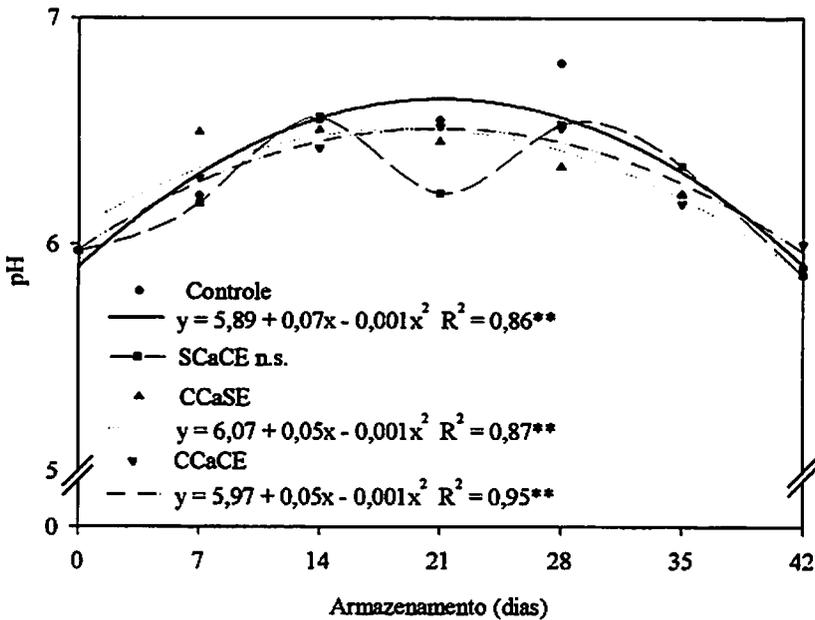


FIGURA 4 pH de caqui cv. Fuyu em função do tempo de armazenamento. Lavras, UFLA, MG, 2000.

#### 4.1.4 Vitamina C

Através do resumo de análise de variância constata-se que com relação a vitamina C, o único efeito significativo foi o tempo de armazenamento (Tabela 2 A-Anexo).

Como pode se verificar, houve um decréscimo linear no teor de ácido ascórbico independente dos tratamentos empregados com o decorrer do tempo de armazenamento, apresentando um teor médio no início do experimento de 126,49 mg de ácido ascórbico.100g<sup>-1</sup> do peso fresco, atingindo o menor teor ao final do tempo de armazenamento, equivalente a 67,99 mg de ácido ascórbico.100g<sup>-1</sup> do peso fresco. Constata-se que ocorreu uma perda de vitamina C equivalente a 46,25%, desde o início até o término do armazenamento. Verifica-se, portanto, que a utilização tanto de cálcio quanto de embalagem e a

associação entre ambos não interferiu no teor de vitamina C dos frutos submetidos a estes tratamentos no tempo de armazenamento (Figura 5).

Tais resultados estão de acordo com os obtidos por Montenegro e Salibe (1959), que afirmaram que o caqui apresenta uma variação no teor de vitamina C em função do grau de maturação, apresentando os frutos verdes, imaturos, maior teor em vitamina C que os frutos maduros ou senescentes.

Kader e Wright (1996), desenvolveram um trabalho sobre efeito de atmosfera controlada (AC) sobre fatias de caquis e morangos, notaram que

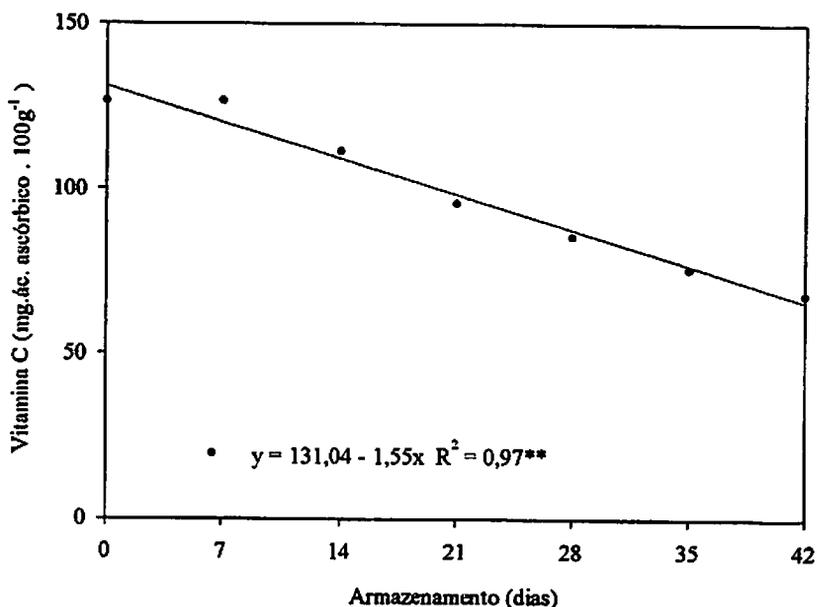


FIGURA 5 Teores de vitamina C (mg ác. ascórbico.100 g<sup>-1</sup> de peso fresco) em caquis, cv. Fuyu em função do tempo de armazenamento. Lavras, UFLA, MG, 2000.

caquis cultivar Fuyu tenderam a perder ácido ascórbico total durante o armazenamento a 5°C por 8 dias, a perda atingida foi de 25,58%. Estes mesmos autores concluíram que o efeito da AC (2% O<sub>2</sub>; atmosfera + 12% C O<sub>2</sub>, ou 2% O<sub>2</sub> + 12% C O<sub>2</sub>) não teve efeito significativo nas mudanças dos teores de ácido ascórbico total tanto nos caquis como nos morangos. A perda de vitamina C constatada por estes autores foi superior à verificada no presente trabalho, isso pode ter ocorrido talvez pelas diferentes temperaturas utilizadas, a temperatura utilizada no presente trabalho de 2°C, inferior aos 5°C empregada pelos autores citados deve ter favorecido o atraso na perda de vitamina C.

Em trabalho realizado por Homnava et al. (1990), com 14 cultivares de caquis japoneses e 1 americano, verificou-se que o ácido ascórbico variou de 35mg.100g<sup>-1</sup> em caquis cultivar Hachiya a 218mg.100g<sup>-1</sup> em Fuyu. Os valores de ácido ascórbico apresentados neste trabalho se encontram abaixo dos verificados por estes autores, esta diferença talvez possa ser explicada pelas diferentes condições edafoclimáticas existentes entre os países. Entretanto, observa-se que entre os cultivares de caqui, o Fuyu é o que apresenta maior teor de ácido ascórbico.

#### **4.1.5 Carotenóides Totais**

O resumo de análise de variância apenas não evidenciou efeito significativo da embalagem sobre os teores de carotenóides totais (Tabela 2A-Anexo).

Analisando-se o efeito do cálcio sem embalagem ao longo do período de armazenamento verifica-se que dos 14 aos 21 dias os frutos sem cálcio sem embalagem apresentaram teores mais elevados de carotenóides totais (2,41 e 2,39 mg.100g<sup>-1</sup>, respectivamente) em relação aos frutos com cálcio sem embalagem (1,69 mg.100g<sup>-1</sup> e 1,75 mg.100g<sup>-1</sup>, respectivamente). No final do armazenamento (dos 35 aos 42 dias) nota-se que os frutos com cálcio sem

embalagem foram os que apresentaram maior teor de carotenóides totais (2,45 e 2,56mg.100g<sup>-1</sup>, respectivamente aos 35 e 42 dias) quando comparados aos frutos sem cálcio sem embalagem (controle) (1,91 e 1,79 respectivamente aos 35 e 42 dias).

Pode-se inferir portanto que comparando-se os frutos com cálcio sem embalagem e sem cálcio sem embalagem nota-se que dos 14 aos 21 dias de armazenamento os frutos sem cálcio sem embalagem foram os que apresentaram maior teor de carotenóides totais e ao final do período experimental observa-se o contrário, ou seja, os frutos com cálcio sem embalagem foram os que possuíam maior teor de carotenóides totais, assim aparentemente o cálcio do início até os 21 dias de armazenamento foi eficiente em retardar a degradação de carotenóides totais, entretanto, ao final do período experimental não manteve a eficiência uma vez que os frutos controle apresentaram teor de carotenóides menores em relação a estes. Entretanto não ocorreu diferença significativa nos teores de carotenóides totais quando se aplicou ou não o cálcio sem embalagem (2,22 mg.100g<sup>-1</sup>) (Tabela 5, Figura 6).

Pela Tabela 5 verifica-se que ao final do período experimental os frutos sem cálcio com embalagem apresentaram teores mais elevados de carotenóides totais em relação aos frutos com cálcio com embalagem (2,89 e 2,23 mg.100g<sup>-1</sup> respectivamente).

Portanto, comparando-se os frutos sem cálcio com embalagem e os com cálcio com embalagem observa-se que até os 28 dias não houve diferença significativa entre estes frutos apenas aos 35 dias aparentemente se observa um maior teor de carotenóides totais nos frutos sem cálcio com embalagem. Em geral não houve diferença significativa sobre os frutos quando se empregou ou não o cálcio com embalagem (2,26 mg.100g<sup>-1</sup> nos frutos sem cálcio com embalagem e 2,06 mg.100g<sup>-1</sup> nos frutos com cálcio com embalagem) (Tabela 5, Figura6).

TABELA 5. Carotenóides totais (mg.100 g<sup>-1</sup>) de caquis cv. Fuyu em função da aplicação de cálcio e embalagem (dias) e do período de armazenamento. Lavras, UFLA, MG, 2000.

Trat. (dias)	Período de armazenamento (dias)						Total	
	0	7	14	21	28	35		42
	sem embalagem							
S/Ca	2,21 b	2,43 b	2,41 a	2,39 a	2,29 b	1,91 b	1,79 b	2,20
C/Ca	2,21 b	2,53 b	1,69 b	1,75 b	2,37 b	2,45 a	2,56 a	2,22
	com embalagem							
S/Ca	2,21 b	1,81 b	1,91 b	2,07 b	2,41 b	2,89 a	2,54 b	2,26
C/Ca	2,21 b	1,69 b	1,78 b	1,94 b	2,07 b	2,23 b	2,56 b	2,06
	sem cálcio							
S/emb.	2,21 b	2,43 a	2,41 a	2,38 a	2,29 b	1,91 b	1,79 b	2,20
C/emb.	2,21 b	1,80 b	1,91 a	2,07 b	2,41 b	2,89 a	2,54 a	2,26
	com cálcio							
S/emb.	2,21 b	2,53 a	1,69 b	1,75 b	2,37 a	2,45 a	2,56 b	2,22
C/emb.	2,21 b	1,69 b	1,78 b	1,94 b	2,07 b	2,23 b	2,56 b	2,06

\* Médias seguidas de mesma letra, minúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Student ao nível de 5% de probabilidade.

Nota-se pela Tabela 5, que dos 7 aos 21 dias de armazenamento nos frutos sem embalagem sem cálcio ocorreu um teor de carotenóides totais mais elevado em relação aos frutos com embalagem e sem cálcio, entretanto ao final do período experimental (35 e 42 dias de armazenamento) os frutos com embalagem sem cálcio apresentaram maior teor de carotenóides totais (Figura 6).

Pode-se inferir portanto que do início até os 21 dias de armazenamento os frutos que não foram submetidos aos tratamentos com cálcio e com embalagem apresentaram aparentemente maiores teores de carotenóides totais quando comparados aos frutos embalados sem cálcio, entretanto ao final do período experimental (35 e 42 dias de armazenamento) os frutos embalados sem cálcio foram os que apresentaram maior retenção de carotenóides totais, evidenciando assim a eficiência da embalagem em reter maior teor de carotenóides totais nos frutos embalados.

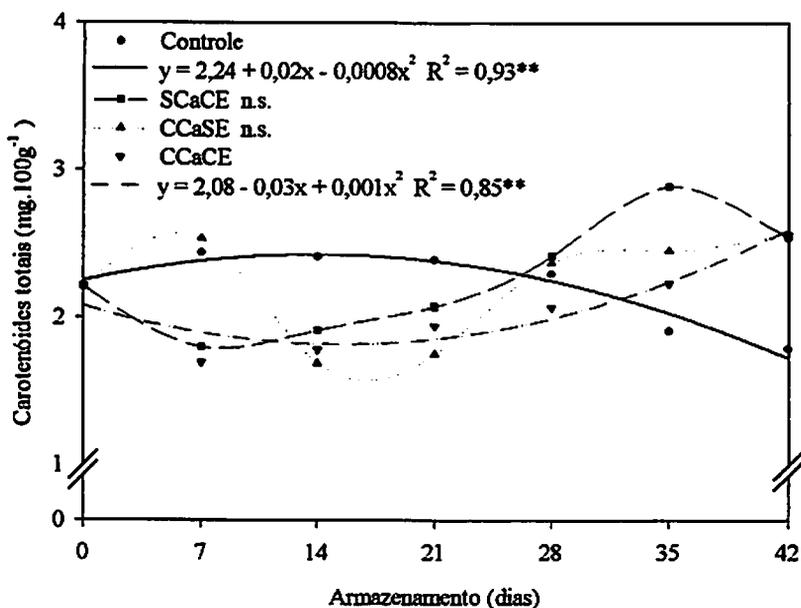


FIGURA 6 Teores de sólidos solúveis totais (SST - °Brix) de caquis cv. Fuyu em função do tempo de armazenamento. Lavras, UFLA, MG, 2000.

Com relação ao estudo do efeito da embalagem com aplicação de cálcio ao longo do período experimental observa-se que aos 7 dias de armazenamento os frutos sem embalagem com cálcio apresentaram maior retenção de carotenóides totais, o mesmo fato ocorreu ao final do período experimental (dos 28 aos 35 dias de armazenamento). Isso pode ter ocorrido provavelmente porque o cálcio foi eficiente retendo maior teor de carotenóides totais nos frutos submetidos ao tratamento com cálcio sem embalagem.

Observa-se na Figura 6, efeito quadrático para os carotenóides nos tratamentos Controle e CCaCE. Nota-se que nos frutos Controle houve uma perda de carotenóides atingindo um valor de 1,79mg .100g<sup>-1</sup> de peso fresco ao final do experimento, enquanto que os frutos CCaCE atingiram um valor máximo de 2,56mg .100g<sup>-1</sup> de peso fresco, não diferindo significativamente dos demais tratamentos.

Ito (1971) trabalhando com caquis cultivar Fuyu encontrou um teor de carotenóides totais equivalente a  $6,5\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  de peso fresco. Neste trabalho observou-se um teor inferior, isso pode ter ocorrido pois o autor citado utilizou a casca do caqui para a determinação dos carotenóides totais e no presente trabalho utilizou-se a casca mais a polpa, ou seja o fruto íntegro, exceto as sementes.

#### **4.1.6 Perda de massa**

Pelo resumo de análise de variância evidencia-se que apenas não ocorreu efeito significativo da interação cálcio e tempo de armazenamento sobre a perda de massa (Tabela 2A-Anexo).

Na Figura 7 estão apresentadas as curvas de regressão representativas para a perda de massa. Observa-se que a perda de massa apresentou um crescimento linear para os frutos Controle, SCaCE e CCaSE. A utilização da embalagem diminuiu a desidratação dos frutos já que os frutos CCaCE e o SCaCE apresentaram uma perda de massa inferior aos demais, o que confirma o trabalho realizado por Moura (1995) e Antonioli (1999) que também observaram que a perda de massa em frutos sem embalagem foi superior a dos frutos embalados.

Analisando-se o efeito do cálcio sem embalagem ao longo do período de armazenamento, nota-se que dos 21 aos 42 dias os frutos com cálcio sem embalagem apresentaram maior perda de massa em relação aos frutos controle, com isso pode-se inferir que provavelmente o cálcio não foi eficiente em retardar a perda de massa uma vez que os frutos com cálcio sem embalagem apresentaram uma perda de massa maior que os frutos controle (Tabela 6, Figura 7).

TABELA 6. Perda de massa (%) de caquis cv. Fuyu em função da aplicação de cálcio e embalagem (dias) e do período de armazenamento. Lavras, UFLA, MG, 2000.

Trat. (dias)	Período de armazenamento (dias)							Total
	0	7	14	21	28	35	42	
	sem embalagem							
S/Ca	0 b	0,50 b	0,96 b	1,49 b	2,08 b	2,60 b	3,17 b	1,54
C/Ca	0 b	0,55 b	1,09 b	2,19 a	2,71 a	3,47 a	4,09 a	2,01
	com embalagem							
S/Ca	0 b	0,11 b	0,22 b	0,34 b	0,40 b	0,50 b	0,98 a	0,36
C/Ca	0 b	0,16 b	0,18 b	0,30 b	0,32 b	0,36 b	0,39 b	0,24
	sem cálcio							
S/emb.	0 b	0,50 a	0,96 a	1,49 a	2,08 a	2,60 a	3,17 a	1,54
C/emb.	0 b	0,11 b	0,22 b	0,34 b	0,40 b	0,50 b	0,98 b	0,36
	com cálcio							
S/emb.	0 b	0,55 a	1,09 a	2,19 a	2,71 a	3,47 a	4,09 a	2,01
C/emb.	0 b	0,16 b	0,18 b	0,30 b	0,32 b	0,36 b	0,39 b	0,24

\* Médias seguidas de mesma letra, minúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Student ao nível de 5% de probabilidade.

Pelo estudo do cálcio com embalagem ao longo do período experimental, observa-se que não houve diferença significativa quando se aplicou ou não o cálcio com a embalagem até os 35 dias, já aos 42 dias de armazenamento observa-se que os frutos sem cálcio com embalagem foram os mais suscetíveis a perda de massa ao final do período de armazenamento (Tabela 6).

Avaliando-se o efeito da embalagem sem cálcio ao longo do período de armazenamento, verifica-se que durante todo o período de armazenamento os frutos controle foram os mais suscetíveis a perda de massa quando comparados aos frutos sem cálcio com embalagem (Tabela 6).

Pela Tabela 6 verifica-se que o estudo do efeito da embalagem com cálcio indica que em média durante todo o período experimental os frutos sem embalagem com cálcio foram os mais suscetíveis a perda de massa quando comparados aos frutos com embalagem com cálcio, atingindo ao final do período experimental uma perda de massa equivalente a 4,09%.

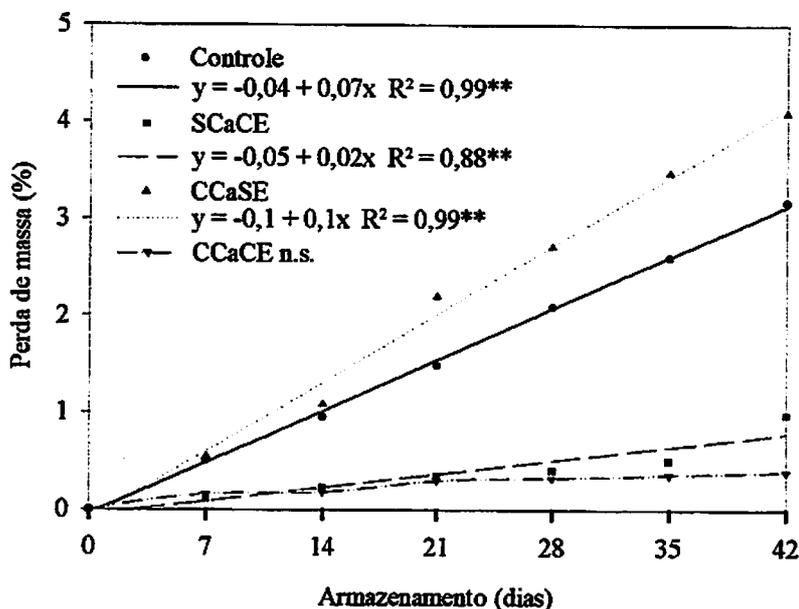


FIGURA 7 Perda de massa (%) de caquis cv. Fuyu em função do tempo de armazenamento. Lavras, UFLA, MG, 2000.

Ao final do armazenamento observa-se maior perda de massa nos frutos CCaSE e Controle (4,09 e 3,17% respectivamente) e menor perda de massa nos frutos com cálcio com embalagem e sem cálcio com embalagem (0,39 e 0,98% respectivamente).

O resultado deste trabalho com relação a perda de massa foi observado por Bicalho (1998) que também verificou em sua pesquisa com mamões que frutos tratados apenas com cloreto de cálcio, porém, não embalados em PVC, mostraram-se mais suscetíveis a perda de massa.

Verifica-se que durante todo o período experimental os frutos embalados foram os que sofreram menor perda de massa em relação aos sem embalagem, evidenciando assim a eficácia da embalagem em diminuir a desidratação dos frutos embalados.

#### 4.1.7 Textura

Para a textura o resumo de análise de variância mostra que houve efeito significativo do tempo de armazenamento e da embalagem (Tabela 2A-Anexo).

Observa-se pela Figura 8 que houve pouca redução na firmeza dos frutos, sendo que em média os frutos sem embalagem apresentaram-se mais firmes (64,26N), em relação aos embalados (60,58N) (Tabela 7, Figura 9).

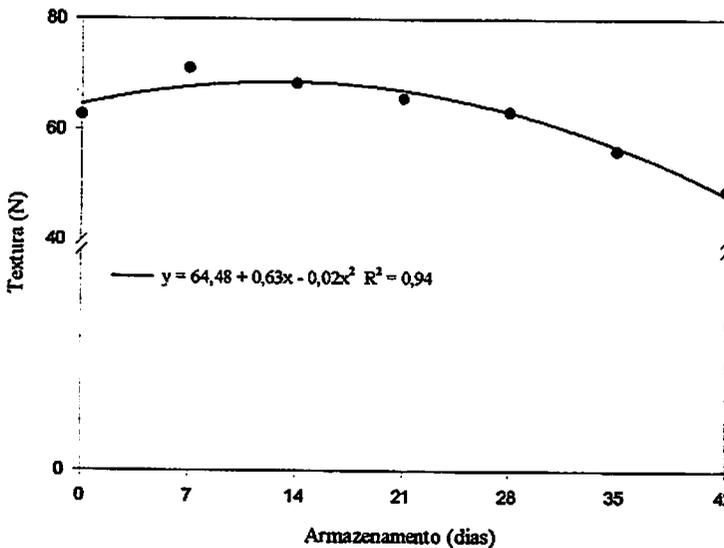


FIGURA 8 Textura de caquis cv. Fuyu, em função do tempo de armazenamento. Lavras, UFLA, MG, 2000.

Este resultado confirma a pesquisa de Moura (1995) que trabalhando com caquis cultivar Taubaté, armazenados a temperatura de 0°C, com e sem embalagem, durante 72 dias, observou que a utilização da embalagem, durante o armazenamento, não apresentou efeito sobre a firmeza da polpa dos frutos quando submetidos, posteriormente ao tratamento com ethephon. Este mesmo

autor armazenou caquis à temperatura ambiente, com e sem embalagem, durante 10 dias, notou que para os frutos embalados o amaciamento foi mais evidente, durante o período de armazenamento, que para os frutos sem embalagem.

TABELA 7 Textura<sup>1</sup> dos caquis cv. Fuyu com e sem adição de CaCl<sub>2</sub> (2%) armazenados por 42 dias ( $2 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  e  $90 \pm 2\%$  de UR) com e sem embalagem (CF-Film).

CaCl <sub>2</sub>	Embalagens		Médias
	Com	Sem	
Com	60 A	62,88 A	61,44 a
Sem	61,16 A	65,64 A	63,40 a
Médias	60,58 B	64,26 A	

<sup>1</sup> Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Student ao nível de 5% de probabilidade.

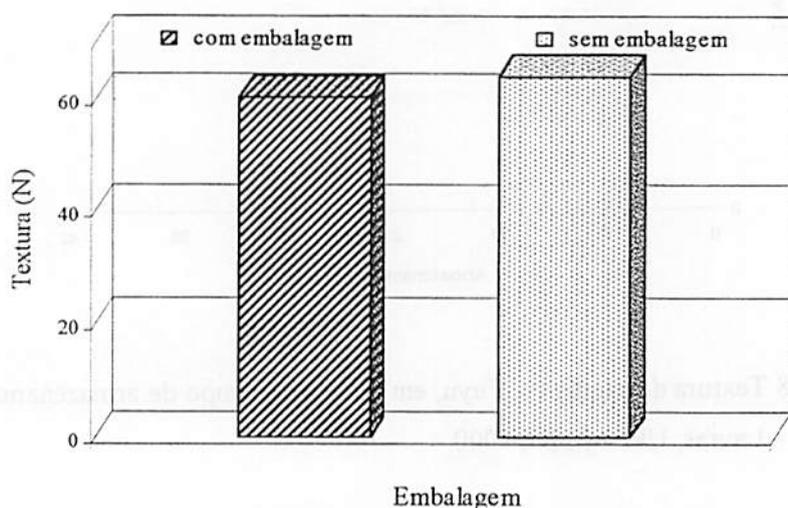


FIGURA 9 Teores de pectina total (mg ác. galac.100<sup>-1</sup> de peso fresco) de caquis cv. Fuyu, em função do tempo de armazenamento. Lavras, UFLA, MG, 2000

Segundo Chitarra e Chitarra (1990), a redução na firmeza da polpa é regulada, principalmente por dois processos enzimáticos. O primeiro é a desesterificação ou remoção de grupos metílicos ou acetil das pectinas, pela enzima PME (pectinametilesterase). O segundo é a despolimerização ou encurtamento da cadeia das pectinas, pela ação da enzima PG (poligalacturonase). Sabendo-se que a maioria dos processos, principalmente os enzimáticos, é reduzida pela baixa temperatura, justifica-se, assim, a pequena redução na firmeza da polpa dos frutos do presente trabalho.

#### 4.1.8 Substâncias pécticas

Com relação à pectina total o resumo de análise de variância mostra que apenas não houve efeito significativo da embalagem e da interação desta com o tempo de armazenamento (Tabela 3A-Anexo).

Pela Figura 10 observa-se que houve aparentemente um aumento no teor de pectina total em todos os frutos à partir dos 28 dias de armazenamento, possivelmente este fato ocorreu devido a um “turnover” predominando síntese de pectinas durante o amadurecimento. Esse resultado foi semelhante ao observado por Lima (1999), que armazenando maçãs cultivar Gala sob refrigeração e atmosfera controlada, constatou que com o decorrer do armazenamento houve oscilações no comportamento da pectina total, onde elevação e redução foram observadas, podendo tais oscilações serem devidas a um “turnover” de tais substâncias.

Até os 28 dias de armazenamento não houve diferença significativa sobre os teores de pectina total quando se aplicou ou não cálcio aos frutos sem embalagem. Ao final do período experimental (35 até 42 dias de armazenamento) os frutos controle sofreram menor solubilização de pectina total (909,21 e 1002,85 mg ác galac.100g<sup>-1</sup> aos 35 e 42 dias respectivamente),

comparados àqueles frutos com cálcio sem embalagem (1132,15 e 1093,89 mg ác galac.100g<sup>-1</sup> aos 35 e 42 dias respectivamente) (Tabela 8).

Em geral os frutos controle apresentaram menor solubilização de pectina total em relação aos frutos com cálcio sem embalagem (902,06 e 954,70 respectivamente). Assim aparentemente o cálcio não foi eficiente em retardar a solubilização de pectina total (Tabela 8).

Observa-se que apenas aos 28 dias de armazenamento ocorreu diferença significativa entre os frutos tratados com e sem cálcio com embalagem, sendo que o teor de pectina total foi aparentemente superior nos frutos com cálcio com embalagem (Tabela 8).

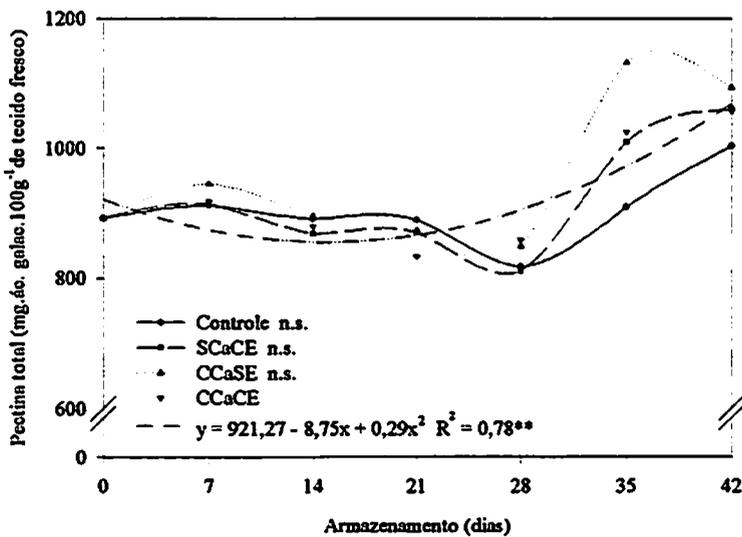


FIGURA 10 Teores de pectina total (mg ác. galac.100<sup>-1</sup> de peso fresco) de caquis cv. Fuyu, em função do tempo de armazenamento. Lavras, UFLA, MG, 2000.

TABELA 8. Pectina total (mg. ác. galac. 100<sup>-1</sup> de peso fresco) de caquis cv. Fuyu em função da aplicação de cálcio e embalagem e do período de armazenamento. Lavras, UFLA, MG, 2000.

Trat. (dias)	Período de armazenamento (dias)							Total
	0	7	14	21	28	35	42	
	sem embalagem							
S/Ca	892,51 b	911,39 b	891,33 b	889,83 b	817,33 b	909,21 b	1002,85 b	902,06
C/Ca	892,51 b	944,79 b	896,20 b	874,09 b	849,30 b	1132,15 a	1093,89 a	954,70
	com embalagem							
S/Ca	892,51 b	913,27 b	868,89 b	870,53 b	811,04 b	1009,06 b	1059,82 b	917,87
C/Ca	892,51 b	917,94 b	879,32 b	833,19 b	858,86 a	1024,48 b	1057,05 b	923,33
	sem cálcio							
S/emb.	892,51 b	911,29 b	891,33 b	889,83 b	817,33 b	909,21 b	1002,85 b	902,06
C/emb.	892,51 b	913,27 b	868,89 b	870,53 b	811,04 b	1009,06 a	1059,82 a	917,87
	com cálcio							
S/emb.	892,51 b	944,79 b	896,20 b	874,09 a	849,30 b	1132,15 a	1093,89 b	954,70
C/emb.	892,51 b	917,94 b	879,32 b	833,19 b	858,86 b	1024,48 b	1057,05 b	923,33

\* Médias seguidas de mesma letra, minúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Student ao nível de 5% de probabilidade.

Em geral não houve diferença significativa sobre os teores de pectina total quando se aplicou ou não cálcio nos frutos com embalagem, uma vez que os frutos sem cálcio com embalagem e com cálcio com embalagem apresentaram respectivamente 917,87 e 923,33 mg ác. galac.100g<sup>-1</sup> respectivamente) (Tabela 8).

Avaliando-se o efeito da embalagem sem cálcio ao longo do período de armazenamento nota-se que os frutos sem cálcio com embalagem apresentaram uma solubilização de pectina total superior a dos frutos controle aos 35 dias de armazenamento (1009,06 e 909,21mg ác.galc.100g<sup>-1</sup> respectivamente), o mesmo ocorrendo aos 42 dias de armazenamento (1059,82 e 1002,85, respectivamente) (Tabela 8).

Em geral não houve diferença significativa nos teores de pectina total entre os frutos controle e sem cálcio com embalagem (902,06 e 917,87 respectivamente) (Tabela 8).

Nota-se que aos 21 dias de armazenamento os frutos com cálcio sem embalagem apresentaram um teor de pectina total superior em relação aos frutos com cálcio com embalagem (874,09 e 833,19, respectivamente), o mesmo ocorrendo aos 35 dias de armazenamento (1132,15 e 1024,48, respectivamente) (Tabela 8).

Ao contrário do verificado no presente trabalho, Taira e Matsumoto (1997), a concentração de pectina total variou com o grau de amaciamento dos caquis adstringentes cultivar Hiratanenashi. A concentração de pectina total aumentou no estágio inicial (de 290 para 330mg ác.galac.100g<sup>-1</sup> de peso fresco) e então decresceu com o avanço do amadurecimento, atingindo 50% do teor inicial.

Para a variável pectina solúvel o resumo de análise de variância mostra que houve interação entre todos os fatores (Tabela 3A-Anexo).

Observa-se através da Figura 11 um aumento de pectina solúvel até os 14 dias em todos os tratamentos, à partir deste período ocorreu um declínio de pectina solúvel nos frutos, isto porque talvez tenha ocorrido uma baixa solubilização de pectinas, o que pode ser explicado aparentemente pela baixa atividade da enzima PG, o que evidencia que outras enzimas atuam no processo de amaciamento do caqui. Resultados similares ao atual trabalho foram encontrados por Matsui e Kitagawa (1989) que relataram que devido à baixa atividade da PG em caquis o teor de pectina solúvel parece decrescer.

Aos 14 dias de armazenamento os frutos controle apresentaram um teor de pectina solúvel maior em relação aos frutos com cálcio sem embalagem (245 e 207,15 respectivamente). Dos 21 aos 42 dias de armazenamento houve maior solubilização de pectina solúvel nos frutos com cálcio sem embalagem quando comparados aos frutos controle. Em geral os frutos com cálcio sem embalagem apresentaram maior solubilização de pectina solúvel em relação aos frutos controle (Tabela 9).

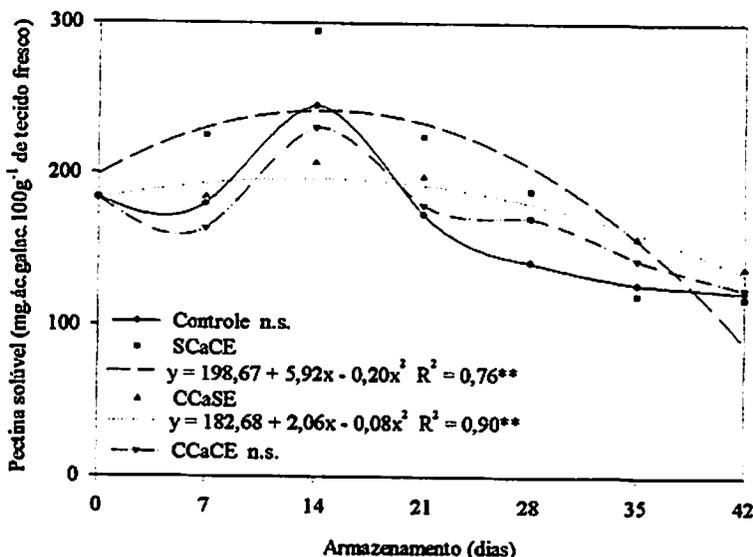


FIGURA 11 Teores de pectina solúvel (mg ácido galactônico.100<sup>-1</sup> de peso fresco) de caquis cv. Fuyu, em função do tempo de armazenamento. Lavras, UFLA, MG, 2000.

Dos 7 aos 28 dias de armazenamento maior teor de pectina solúvel foi observado nos frutos sem cálcio com embalagem. Aos 35 dias de armazenamento um teor de pectina solúvel superior foi encontrado nos frutos com cálcio com embalagem. Aos 42 dias não houve diferença significativa quando se aplicou ou não cálcio em frutos com embalagem (Tabela 9).

Pode-se inferir que a associação do cálcio e da embalagem foi eficiente em retardar a solubilização de pectina solúvel uma vez que quando comparou-se frutos sem cálcio com embalagem e com cálcio com embalagem observou-se que dos 7 aos 28 dias de armazenamento a solubilização de pectina solúvel foi inferior nos frutos com cálcio com embalagem. Em geral os frutos com cálcio com embalagem apresentaram menor solubilização de pectina solúvel em

TABELA 9. Pectina solúvel (mg. ác. galac. 100<sup>-1</sup> de peso fresco) de caquis cv. Fuyu em função da aplicação de cálcio e embalagem e do período de armazenamento. Lavras, UFLA, MG, 2000.

Trat. (dias)	Período de armazenamento (dias)							Total
	0	7	14	21	28	35	42	
	sem embalagem							
S/Ca	183,75 b	180,16 b	245,00 a	173,22 b	141,73 b	127,22 b	122,14 b	167,60
C/Ca	183,75 b	184,68 b	207,15 b	197,85 a	171,08 a	157,74 a	138,44 a	177,24
	com embalagem							
S/Ca	183,75 b	225,33 a	294,34 a	224,47 a	188,45 a	119,94 b	117,99 b	193,47
C/Ca	183,75 b	163,74 b	230,44 b	179,01 b	170,83 b	143,79 a	124,16 b	170,82
	sem cálcio							
S/emb.	183,75 b	180,16 b	245 b	173,23 b	141,73 b	127,22 b	122,14 b	167,60
C/emb.	183,75 b	225,33 a	294,34 a	224,47 a	188,45 a	119,94 b	117,99 b	193,47
	com cálcio							
S/emb.	183,75 b	184,68 a	207,15 b	197,85 a	171,08 b	157,74 b	138,44 b	177,24
C/emb.	183,75 b	163,74 b	230,44 a	179,01 b	170,83 b	143,79 b	124,16 b	170,82

\* Médias seguidas de mesma letra, minúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Student ao nível de 5% de probabilidade.

relação aos frutos sem cálcio com embalagem (170,82 e 193,44 mg ác.galc.100g<sup>-1</sup> respectivamente) (Tabela 9).

Avaliando-se o efeito da embalagem sem cálcio ao longo do período de armazenamento nota-se que dos 7 aos 28 dias de armazenamento os frutos sem cálcio com embalagem apresentaram maior solubilização de pectina solúvel em relação aos frutos controle.

Dos 7 aos 28 dias a embalagem não foi eficiente em retardar a solubilização de pectina solúvel já que os frutos sem cálcio com embalagem apresentaram maior solubilização de pectina solúvel em relação aos frutos controle. Em geral os frutos sem cálcio com embalagem apresentaram maior solubilização de pectina solúvel quando comparados aos frutos controle (193,47 e 167,60 mg ác galact.100g<sup>-1</sup> respectivamente).

Estudando-se o efeito da embalagem com cálcio ao longo do período de armazenamento observa-se que aos 7 dias de armazenamento os frutos com cálcio sem embalagem apresentaram teor de pectina solúvel superior (184,68 mg

ác galac.100g<sup>-1</sup>) aos frutos com cálcio com embalagem (163,74 mg ác galac.100g<sup>-1</sup>), aos 14 dias os frutos com cálcio com embalagem apresentaram teor de pectina solúvel superior aos frutos com cálcio sem embalagem (197,85 mg ác galc.100g<sup>-1</sup>) (Tabela 9).

Dos 28 aos 42 dias de armazenamento não houve diferença significativa quando se utilizou ou não a embalagem com cálcio. Em geral não constatou-se aparentemente diferença significativa nos teores de pectina solúvel entre os frutos com cálcio sem embalagem e com cálcio com embalagem (177,24 e 170,82 mg ác galac.100g<sup>-1</sup>).

Ito (1971), encontrou para caquis não adstringentes uma faixa de pectina solúvel que varia de 360 a 740mg.100g<sup>-1</sup>, sendo que para o cultivar Fuyu 360 mg.100g<sup>-1</sup> de peso fresco os valores encontrados neste trabalho (117,99 – 183,75mg.100g<sup>-1</sup> de peso fresco sendo que aos 14 dias observou-se um valor superior equivalente a 294,34 mg.100g<sup>-1</sup> de peso fresco nos frutos SCaCE) se encontra abaixo do verificado por este autor.

Ben-Arie et al. (1996), observaram que após 3 meses de armazenamento a -1°C frutos controle e tratados com GA<sub>3</sub> apresentavam teores de pectina solúvel respectivamente iguais a 236 e 288 mg.100g<sup>-1</sup>. Neste trabalho atual, os valores encontrados para pectina solúvel estão abaixo dos citados por estes autores (117,99-183,75 mg.100g<sup>-1</sup> de peso fresco).

#### 4.1.9 Enzimas Hidrolíticas

Para a pectinametilesterase (PME) o resumo de análise de variância só não evidenciou a interação entre cálcio e embalagem (Tabela 3A-Anexo).

Pela análise do efeito do cálcio sem embalagem ao longo do período de armazenamento, nota-se que dos 14 aos 28 dias os frutos controle apresentaram maior atividade de enzima PME em relação aos frutos com cálcio sem embalagem. Aos 35 dias não houve diferença significativa entre os frutos

controle e com cálcio sem embalagem. Aos 42 dias de armazenamento os frutos com cálcio sem embalagem foram os que apresentaram maior atividade desta enzima em relação aos frutos controle (1708,33 e 1175 U.min<sup>-1</sup>.g<sup>-1</sup> respectivamente) (Tabela 10).

Pelo estudo do efeito do cálcio com embalagem ao longo do período de armazenamento, observa-se que aos 14 dias de armazenamento a atividade da enzima PME foi superior nos frutos com cálcio com embalagem em relação aos frutos sem cálcio com embalagem (808,33 e 483,33 U.min<sup>-1</sup>.g<sup>-1</sup>, respectivamente). Dos 21 aos 35 dias os frutos sem cálcio com embalagem apresentaram maior atividade da enzima PME. Aos 42 dias de armazenamento não houve diferença significativa entre os frutos sem cálcio com embalagem e com cálcio com embalagem (1208,33 e 1175 U.min<sup>-1</sup>.g<sup>-1</sup>, respectivamente) (Tabela 10).

Analisando-se o efeito da embalagem sem cálcio ao longo do período experimental nota-se que aos 7 dias e dos 21 aos 35 dias de armazenamento maior atividade da enzima PME nos frutos sem cálcio com embalagem. Aos 42 dias de armazenamento não houve diferença significativa entre os tratamentos controle e sem cálcio com embalagem (1175 e 1208,33 respectivamente) (Tabela 10).

O efeito da embalagem com cálcio ao longo do período experimental foi analisado e notou-se que do ponto de vista da média estatística que dos 7 aos 35 dias de armazenamento os frutos com cálcio com embalagem apresentaram atividade da enzima PME superior em relação aos frutos com cálcio sem embalagem. Aos 42 dias a atividade da enzima PME foi maior nos frutos com cálcio sem embalagem em relação aos frutos com cálcio com embalagem (1708 e 1175 U min<sup>-1</sup>.g<sup>-1</sup> respectivamente) (Tabela 10).

TABELA 10. Atividade da enzima PME (v. min<sup>-1</sup>.g<sup>-1</sup> de peso fresco) de caquis cv. Fuyu em função da aplicação de cálcio e embalagem e do período de armazenamento. Lavras, UFLA, MG, 2000.

Trat. (dias)	Período de armazenamento (dias)							Total
	0	7	14	21	28	35	42	
	sem embalagem							
S/Ca	383,33 b	325 b	525 b	925 a	975 a	1041,66 b	1175 b	764,28
C/Ca	383,33 b	316,66 b	350 b	383,33 b	616,66 b	1083,33 b	1708,33 a	691,66
	com embalagem							
S/Ca	383,33 b	500 b	483,33 b	1308,33 a	1758,33 a	1500 a	1208,33 b	1020,23
C/Ca	383,33 b	450 b	808,33 a	941,66 b	1533,33 b	1366,66 b	1175 b	951,19
	sem cálcio							
S/emb.	383,33 b	325 b	525 b	925 b	975 b	1041,66 b	1175 b	764,28
C/emb.	383,33 b	500 a	484,33 b	1308,33 a	1758,33 b	1500 a	1208,33 b	1020,23
	com cálcio							
S/emb.	383,33 b	316,66 b	350 b	383,33 b	616,66 b	1083,33 b	1708,33 a	691,66
C/emb.	383,33 b	450 a	808,33 a	941,66 a	1533,33 a	1366,66 a	1175 b	951,18

\* Médias seguidas de mesma letra, minúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Student ao nível de 5% de probabilidade.

O resumo de análise de variância apenas não mostrou a interação entre cálcio e embalagem para a atividade da enzima poligalacturonase (PG) (Tabela 3 A-Anexo).

O efeito do cálcio sem embalagem ao longo do período de armazenamento pode ser observado na Tabela 11. Do ponto de vista da média estatística observa-se que dos 7 aos 28 dias de armazenamento a atividade da enzima PG foi maior nos frutos com cálcio sem embalagem em relação aos frutos controle. Dos 35 aos 42 dias de armazenamento maior atividade da enzima PG foi observada nos frutos controle em relação aos frutos com cálcio sem embalagem (15,88 e 3,34 respectivamente).

Pela análise do cálcio com embalagem ao longo do período experimental observa-se que aos 7 dias de armazenamento os frutos com cálcio com embalagem apresentaram uma atividade da enzima PG superior ao dos frutos sem cálcio com embalagem (5,59 e 3,19 U.min<sup>-1</sup>.g<sup>-1</sup> respectivamente) (Tabela 11).

**TABELA 11. Atividade da enzima PG (v. min<sup>-1</sup>.g<sup>-1</sup> de peso fresco) de caquis cv. Fuyu em função da aplicação de cálcio e embalagem e do período de armazenamento. Lavras, UFLA, MG, 2000.**

Trat. (dias)	Período de armazenamento (dias)							Total
	0	7	14	21	28	35	42	
	sem embalagem							
S/Ca	5,13 b	3,05 b	3,85 b	6,47 b	6,63 b	13,71 a	15,88 a	7,82
C/Ca	5,13 b	5,23 a	6,47 a	7,33 a	8,33 a	5,46 b	3,34 b	5,89
	com embalagem							
S/Ca	5,13 b	3,19 b	6,23 b	7,59 a	7,81 a	8,44 a	11,89 a	7,18
C/Ca	5,13 b	5,59 a	6,45 b	6,73 b	4,82 b	4,34 b	3,71 b	5,25
	sem cálcio							
S/emb.	5,13 b	3,05 b	3,85 b	6,47 b	6,63 b	13,71 a	15,88 a	7,82
C/emb.	5,13 b	3,19 b	6,23 a	7,59 a	7,81 a	8,44 b	11,89 b	7,18
	com cálcio							
S/emb.	5,13 b	5,23 b	6,47 b	7,33 b	8,33 a	5,46 a	3,34 b	5,90
C/emb.	5,13 b	5,59 b	6,45 b	6,73 b	4,82 b	4,34 b	3,71 b	5,25

\* Médias seguidas de mesma letra, minúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Student ao nível de 5% de probabilidade.

Pela análise do cálcio com embalagem ao longo do período de armazenamento observa-se que aos 7 dias de armazenamento os frutos com cálcio com embalagem apresentaram uma atividade da enzima PG superior aos dos frutos sem cálcio com embalagem (5,59 e 3,19 U.min<sup>-1</sup>.g<sup>-1</sup>, respectivamente). Aos 14 dias de armazenamento não houve diferença significativa entre os frutos sem cálcio com embalagem e com cálcio com embalagem (6,23 e 6,45 respectivamente) (Tabela 11).

Avaliando-se o efeito da embalagem sem cálcio ao longo do período experimental observa-se pelo ponto de vista da média estatística que até os 14 dias de armazenamento não houve diferença significativa em relação a atividade da enzima PG entre os frutos controle e sem cálcio com embalagem. Dos 14 aos 28 dias de armazenamento a atividade da enzima PG foi maior nos frutos sem cálcio com embalagem. Dos 35 aos 42 dias de armazenamento a atividade da enzima PG foi superior nos frutos controle (Tabela 11).

Pela análise do efeito da embalagem com cálcio ao longo do período experimental, nota-se que até os 21 dias de armazenamento não houve diferença significativa em relação a atividade da enzima PG entre os frutos com cálcio sem embalagem e com cálcio com embalagem. Aos 28 e 35 dias de armazenamento nota-se que os frutos com cálcio sem embalagem apresentaram uma atividade da enzima PG superior em relação aos frutos com cálcio com embalagem (Tabela 11).

Resultado semelhante foi observado por Bicalho (1998) que trabalhando com mamão verificou que em todos os tratamentos com cálcio a atividade da enzima PME foi menor ( $7,31 \text{U} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ ) quando comparada aos tratamentos sem cálcio e observou também que aqueles frutos sem embalagem apresentaram menor atividade ( $7,89 \text{U} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ ) que os com embalagem ( $8,35 \text{U} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ ). Segundo este autor, a menor atividade da PME nos frutos tratados com cálcio se deve ao efeito deste cátion que inibe a atividade da enzima.

A interação tripla (Cálcio, embalagem e tempo de armazenamento) sobre a PME foi significativa e pode ser observada na Figura 12. Observa-se que houve um aumento linear na atividade desta enzima nos tratamentos Controle, enquanto que nos tratamentos CCaSE e CCaCE o efeito da enzima foi quadrático, sendo que aos 42 dias de armazenamento o tratamento CCaSE apresentou valor máximo de atividade equivalente a  $1708,33 \text{U} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ , os demais tratamentos apresentaram menor atividade não diferindo entre si.

Como ocorreu interação tripla (cálcio, embalagem e tempo de armazenamento) é possível se verificar pela Figura 13 o efeito quadrático para a atividade da enzima PG nos tratamentos Controle e SCaCE. Até os 28 dias de armazenamento não houve diferença significativa entre os tratamentos. Aos 35 dias a atividade da PG foi superior nos frutos Controle que apresentaram valores médios semelhantes aos do SCaCE ( $13,72$  e  $8,45 \text{U} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ , respectivamente),

embora os frutos SCaCE apresentassem valores próximos aos dos demais tratamentos.

Deve-se salientar que os valores de atividade da enzima PG encontrados no presente trabalho são baixos. Dessa forma, a perda de firmeza dos frutos provavelmente não foi influenciada por esta enzima e sim pela PME, que apresentou uma tendência de elevação até atingir seu pico de atividade máxima. Aparentemente aos 28 dias ocorreu em todos os tratamentos um aumento mais acentuado da atividade da enzima PME (Figura 12), coincidindo com a perda de firmeza dos frutos (Figura 8).

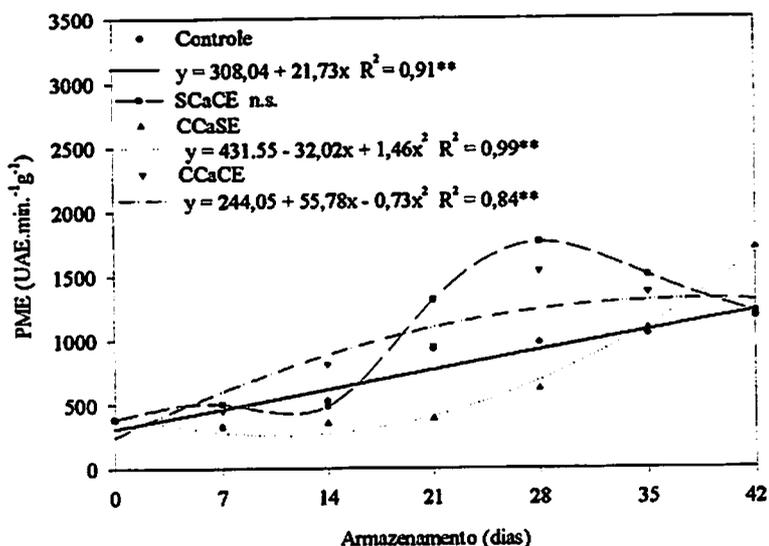


FIGURA 12 Atividade de enzima PME (UAE . min<sup>-1</sup> . g<sup>-1</sup>) de caquis cv Fuyu, em função do tempo de armazenamento. Lavras, UFLA, MG, 2000.

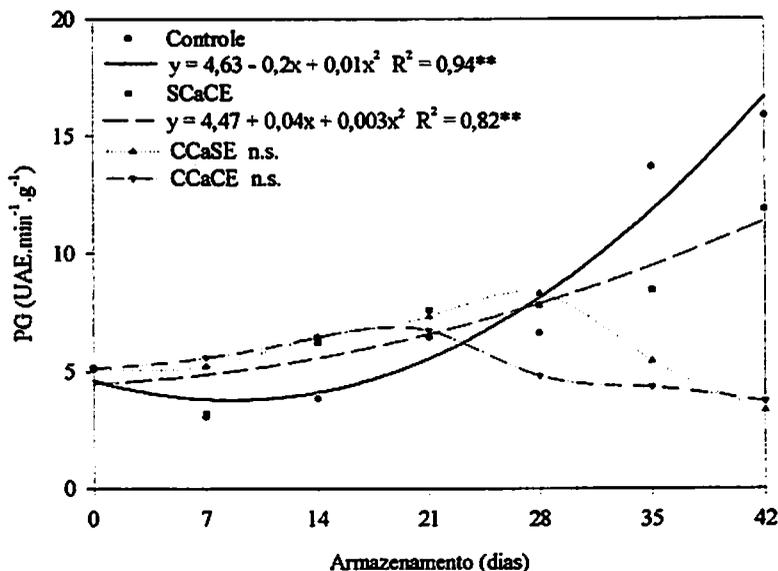


FIGURA 13 Atividade de enzima PG ( $\text{UAE} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ ) de caquis cv. Fuyu, em função do tempo de armazenamento. Lavras, UFLA, MG, 2000.

## 4.2 Análise da Parede Celular

### 4.2.1 Cálcio Ligado à Parede Celular

Em tecidos de plantas o cálcio encontra-se normalmente na parede celular formando ligações entre resíduos de ácido galacturônico, responsáveis pela união de cadeias pécticas adjacentes. O complexo cálcio-pectina atua como um cimento fornecendo firmeza ao tecido. A presença de cálcio em adição à insolubilidade do material péctico inibe a degradação dos tecidos pela PG (Burns e Pressey, 1987).

Durante o processo normal de maturação dos frutos os cátions de cálcio são translocados para as zonas de crescimento das plantas (Marchiner, 1978).

Isto tem sido associado à solubilização de material péctico da lamela-média, causando o amolecimento do fruto (Fils-Lycaon e Buret, 1990).

Com relação ao cálcio ligado (Tabela 12), aparentemente, os teores oscilaram pouco durante o armazenamento. Aparentemente o cálcio aplicado não foi absorvido pela parede celular dos frutos uma vez que os frutos tratados com cálcio apresentaram em média 0,80%MPC e os frutos que não foram submetidos ao tratamento com cálcio 0,79%MPC. Com relação aos frutos submetidos ou não a aplicação de embalagem, pode-se inferir que os frutos embalados apresentaram uma porcentagem de cálcio ligado a parede celular semelhante aos frutos sem embalagem (0,81 e 0,79%MPC respectivamente).

Nota-se que com o amadurecimento ocorreu um pequeno acréscimo no teor médio de cálcio, uma vez que os frutos apresentaram no tempo de colheita 0,75% e aos 42 dias de armazenamento 0,79%MPC.

Carvalho (1999), observou que o cálcio ligado à parede celular da goiaba apresentou pequenas flutuações nas concentrações durante o armazenamento dos frutos, no entanto, ao contrário do verificado no presente trabalho, verificou que nos frutos armazenados sob atmosfera modificada, principalmente quando em embalagem selada, o teor de cálcio foi um pouco mais elevado que o dos frutos do tratamento controle.

Ao contrário do verificado no atual trabalho, Scalon (1996), verificou que a concentração de 2% de  $\text{CaCl}_2$  independente da época de aplicação, produziu frutos com maiores porcentagens de cálcio ligado à parede celular.

Menezes (1996), verificou em seu trabalho com melão que o conteúdo de cálcio ligado à parede celular durante o amadurecimento permaneceu praticamente inalterado. Este autor sugere que este fato pode explicar em parte a inatividade da PG nestes frutos. Os resultados do presente trabalho estão de acordo com os observados por este autor em relação ao cálcio ligado à parede celular.

#### 4.2.2 Hemicelulose

Com o avanço da maturação houve uma pequena diminuição no teor de hemicelulose, uma vez que os frutos apresentaram aos 42 dias de armazenamento um teor médio de 83,5% contra os 9,72% verificados ao tempo de colheita (Tabela 12).

Em média os frutos com cálcio e aqueles sem embalagem apresentaram os maiores teores de hemicelulose (7,76 e 7,91% MPC, respectivamente), entretanto a diferença nos teores de hemicelulose entre os diferentes tratamentos foi muito pequena.

Bicalho (1998), trabalhando com mamões, utilizando cálcio e embalagem de PVC, observou que para a fração hemicelulose do material da parede celular houve efeito do cálcio com ou sem embalagem de PVC no decorrer do período de armazenamento dos frutos, no sentido de ocorrer menor degradação.

TABELA 12 Valores médios de cálcio ligado à parede celular e hemicelulose do caqui Fuyu em função do tempo de armazenamento. Lavras, UFLA, MG, 2000.

Tratamentos	Armazenamento (dias)							Média
	9	7	14	21	28	35	42	
	Cálcio ligado à parede celular (% MPC)							
Cont	0,75	0,81	0,80	0,76	0,77	0,86	0,77	0,79
CCaCE	0,75	0,85	0,78	0,84	0,80	0,81	0,87	0,82
CCaSE	0,75	0,77	0,87	0,79	0,79	0,78	0,74	0,79
SCaCE	0,75	0,79	0,82	0,84	0,79	0,78	0,81	0,80
	Hemicelulose (% MPC)							
Cont	9,72	8,93	5,65	5,69	6,89	8,13	8,32	7,62
CCaCE	9,72	7,09	6,06	6,00	7,23	7,69	7,45	7,32
CCaSE	9,72	7,81	6,99	8,26	6,09	8,96	9,59	8,20
SCaCE	9,72	7,79	7,79	7,47	7,15	7,47	8,06	6,81



Os tratamentos com cálcio conferiram aos caquis menor atividade das enzimas PME e PG, menor solubilização das pectinas solúveis, menor degradação de hemicelulose, favorecendo aparentemente o atraso no amaciamento dos frutos. Vale ressaltar que os frutos sem embalagem apresentaram menor degradação de hemicelulose (quando comparados aos embalados) o que provavelmente contribuiu para a maior firmeza observada nestes frutos (Figura 9).

TABELA II Valores médios de cálcio ligado a pectinas solúveis e hemicelulose de caqui para os três tipos de embalagem: Lavar, ULA e NQ: 2000

Cálcio ligado a pectinas solúveis (mg/kg)	Embalagem Lavar			Embalagem ULA			Embalagem NQ: 2000		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19
0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29
0,30	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39
0,40	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49
0,50	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57	0,58	0,59
0,60	0,61	0,62	0,63	0,64	0,65	0,66	0,67	0,68	0,69
0,70	0,71	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79
0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89
0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99

## 5 CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos é possível concluir que frutos CCaCE, apresentaram menor perda de massa. Menor teor de pectina solúvel foi evidenciado em frutos CCaCE e Controle, favorecendo o atraso na perda de firmeza destes frutos.

Aparentemente não houve degradação de açúcares totais.

Os frutos Controle apresentaram menor teor de pectina total, concordante com a maior firmeza apresentada por estes frutos. Os frutos CCaSE, apresentaram menor atividade da enzima PME, o que favoreceu o atraso no amadurecimento destes frutos. Ao final do armazenamento foi verificado maiores atividades da enzima PG nos frutos Controle e SCaCE, enquanto menores atividades desta enzima foram evidenciadas nos frutos CCaCE e CCaSE.

Aparentemente o cálcio aplicado aos frutos não foi absorvido pela parede celular destes. Houve uma pequena diminuição no teor de hemicelulose, sendo que os frutos CCaSE foram os que apresentaram maior teor de hemicelulose ao final do período experimental

Houve pouca redução na firmeza dos frutos sendo que nos tratamentos Controle e CCaSE a perda foi menos evidente. Os diferentes tratamentos empregados neste trabalho, não tiveram influência sobre o comportamento de SST e vitamina C. Embora, os frutos CCaCE apresentassem ao final do período experimental uma aparência melhor que os demais, todos os frutos exceto os controle, ainda apresentavam potencial de comercialização.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABELES, F.B.; MORGAN, P.W.; SALTVEIT Jr, M.E. Fruit ripening abscission, and postharvest disorders. In: ABELES, F.B.; MORGAN, P.W.; SALTVEIT Jr, M.E. *Ethylene in plant biology*. 2. ed. Boston, 1992. Cap.6, p.182-221.
- AHMED, A.E.; LABAVITH, J.M. Cell wall metabolism in ripening fruit. *Plant Physiology*, Washington, v.65, p. 1009-1013, 1980.
- ALI, Z.M.; BRADY, C.J. Purification and characterization of the polygalacturonases of tomato fruits. *Australian Journal of Plant Physiology*, East Melbourne, v.9, p. 155-169, 1982.
- ALMEIDA, J.R.; VALSECHI, O. *Guia de composição de frutas*. Piracicaba: Instituto Zimotécnico, 1966. 259p.
- ALMEIDA, T.D. *Estudo sobre a saturação de frutas tropicais com açúcares*. Campinas: UNICAMP, 1980. 69p. (Dissertação – Mestrado em Tecnologia de Alimentos).
- ALONSO, J.; HOWELL, N.; CANET, W. Purification and characterization of two pectinmethylesterase from persimmon (*Diospyros kaki*). *Journal Science of Food Agriculturae*, v.75, p. 352-358, 1997.
- ANTONIOLLI, L.R. *Remoção da adstringência e armazenamento refrigerado de frutos de caqui (Diospyros kaki L.) cv. Giombo*. Piracicaba: ESALQ, 1999. 83p. (Dissertação – Mestrado).
- ARRIOLA, M.C. de; CALZADA, J.F. de; MENCHU, J.F.; ROLZ, C.; GARCIA, R.; CABRERA, S. de. Papaya. In: ARRIOLA, M.C. de; CALZADA, J.F. de; MENCHU, J.F.; ROLZ, C.; GARCIA, R.; CABRERA, S. *Tropical and subtropical fruits*. Westport:AVI, 1980.p. 316-340.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry*. 12.ed. Washington, 1992.1015p.

- AWAD, M.; SUZUKAWA, Y. Efeito do ácido 2-cloroetilfosfônico (Ethephon) no amadurecimento de caqui "Fuyu" e "Rama Forte". *Revista Ceres*, Viçosa, v.22, n.123, p.367-370, 1975.
- AWAD, M. Persimmon pectinmethylesterase: extraction and variation during ripening. *Journal of Food Science*, Ribeirão Preto, v. 50, p. 1643-1645, 1985.
- AWAD, M. *Fisiologia pós-colheita de frutos*. São Paulo: Nobel, 1993. 114p.
- BEN-ARIE, R.; SAKS, Y.; SONEGO, L.; FRANK, A. Cell wall metabolism in gibberellin-treated persimmon fruits. *Plant Growth Regulation*, Israel, v. 19, p.25-33, 1996.
- BEN-ARIE, R.; ZUTKHI, Y. Extending the storage life of "Fuyu" persimmon by modified-atmosphere packaging. *Hortscience*, Alexandria, v. 27, n.7, p. 811-813, 1992.
- BEN-ARIE, R.; PEREZ, A.; PRUSKY, D. Physiological and physical measures to control postharvest diseases of fruit. *Phytoparasitica*, v. 20, p. 155-158, 1992.
- BENK, E. Zur herstellung von fruchtnetern und fruchtsaftgetränken verwendete tropische und subtropische früchte und fruchtsäfte. *Flüssiges Obst*, n.7, p.56, 1985.
- BIALE, J.B. Growth, maturation, and senescence in fruits. *Science*, Washington, v.146,p.880-888, 1964.
- BICALHO, U.O. *Vida útil pós-colheita de mamão submetido a tratamento com cálcio e filme de PVC*. Lavras: UFLA, 1998. 145p. (Tese – Doutorado em Ciência dos Alimentos).
- BITENCOURT, A.L.; SCALON, S.P.Q.; CHITARRA, A.B. Aplicação pós-colheita de  $\text{CaCl}_2$  em morango (*Fragaria ananassa* Duch.cv. Sequóia: Avaliação da qualidade e da vida útil dos frutos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, Lavras, 1995. Resumos... Lavras: UFLA, 1995.
- BITTER, T.; MUIR, H.M. A modified uronic acid carbazole reaction. *Analytical Chemistry*, New York, v. 34, p.330-334, 1962.

- BORSHEIM, A. Colour development and pigments in plums. Norway: Agricultural University of Norway, 1980. v.59, 24p. (Scientific Report, 12).
- BRACKMAN, A.; MAZARO, S.M.; SAQUET, A.A. Frigoconservação de caquis (*Diospyros kaki*, L.) das cultivares Fuyu e Rama Forte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.27, n.4, p.561-565, 1997 a.
- BRACKMAN, A.; SAQUET, A.A. Efeito da temperatura e condições de atmosfera controlada sobre a conservação de caqui (*Diospyros kaki*, L.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.5, n.3, p. 375-378, 1995 b.
- BRACKMAN, A.; SAQUET, A.A. Efeito da temperatura e condições de atmosfera controlada sobre a conservação de caqui (*Diospyros kaki*, L.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, n.2, p. 215-218, 1995.
- BRADY, C.J. Fruit ripening. **Annual Review of Plant Physiology**, v.38, p.155-78, 1987.
- BRAMLAGE, W.Y.; DRAKE, M.; LOR, W.Y. The influence of mineral nutrition on quality and storage performance of pome fruit grown in North American. **Acta Horticultural**, The Hague, v.92, p.29-39, 1980.
- BRAVERMAN, J.B.S. Vitaminas. In: BRAVERMAN, J.B.S **Introduction a la bioquímica de los alimentos**. Barcelona: Omega, 1967. Cap.14, p.206-239.
- BREET, C.; WALDRON, K. **Physiology and biochemistry of plant cell walls**. London: Unwin Hyman, 1990. 193p.
- BROWN, S.M.; CROUCH, M.L. Characterization of a gene family abundantly expressed in *Oenothera organensis* pollen that shows sequence similarity to poligalacturonase. **Plant Cell**, v.2, p.263-274, 1990.
- \* BURNS, J.K.; Pressey, R.  $Ca^{+2}$  in cell walls of ripening tomato and peach. **Journal American Society Horticultural Science**, Alexandria, v.112, n.5, p.783-787, Sept. 1987.
- \* BYRNE, D.H.; NIKOLIC, A.N.; BURNS, E.E. Variability in sugars, acids, firmness, and color characteristics of 12 peach genotypes. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.116, n.6, p. 1004-1006, 1991.

- CAMPO-DALL'ÓRTO, F.A.; OJIMA, M.; BARBOSA, W. ZULLO, M.A.T. Novo processo de avaliação da adstringência dos frutos no melhoramento do caquizeiro. *Bragantia*, v.55, n.2, p.237-243, 1996.
- CARVALHO, H.A. de. Utilização de atmosfera modificada na conservação pós-colheita da goiaba Kumagai. Lavras: UFLA, 1999.115p. (Tese – Doutorado em Ciência dos Alimentos)
- CHITARRA, M.I.F. Colheita e qualidade pós-colheita de frutos. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.17, n.179, p.8-18, 1994.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 320p.
- CHURCH, I.J.; PARSONS, A.L. Modified atmosphere packing technology: A review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. Leeds, v.67, p.143-152, 1995.
- CIA, P.; VIEITES, R.L.; NEVES, L.T.B.C. Aplicação de cloreto de cálcio na conservação pós-colheita do caqui, armazenado sob refrigeração. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, Poços de Caldas, 1998. Conferências... Lavras: UFLA, 1998. p.190.
- CONWAY, W.S.; SAMS, C.E. The effect of postharvest infiltration of calcium, magnesium, or strontium on decay, firmness, respiration, and ethylene production in apples. *Journal American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v.112, n.3, p.300-303, May 1987.
- COSTA, A.N. da. Produção e qualidade dos frutos de diferentes variedades de caqui (*Diospyros kaki* L.), visando à industrialização. Viçosa: UFV, 1984. 50p. (Dissertação – Mestrado)
- COSTA, F.O.M. Efeito do Ethephon na maturação e qualidade do caqui (*Diospyros kaki* L.) variedade Taubaté. Viçosa-MG: UFV, 1991. 56p. (Dissertação – Mestrado).
- CUTILLAS-ITURRALDE, A.; ZARRA, I.; LORENCES, E.P. Metabolism of cell wall polysaccharides from persimmon fruit. Pectin solubilization fruit ripening occurs in apparent absence of polygalacturonase activity. *Physiologia Plantarum*, Spain, v. 89, p. 369-375, 1993.

- DAREZZO, H.M. Conservação pós-colheita de pêssego "Aurora 1" e "Biuti" acondicionados em diferentes embalagens e armazenados sob condições de ambiente e refrigeração. Jaboticabal: Unesp, 1998. 129p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia).
- DÍAZ – SOBAC, R.; DE LA CRUZ, J.; LUNA, A.V. Evaluation of softening and associated enzyme activities during the ripening of coated "Manila" mangoes. *Journal of Horticultural Science*, Ashford, v. 72, n.5, p. 749-753, 1997.
- FELIPPE, G.M. Etileno. In: FERRI, M.G. *Fisiologia vegetal*. São Paulo: EPU, 1986. Cap.6, v.2, p.163-192.
- FERNANDES, P.M.G.C. Armazenamento ambiente e refrigerado de melão, híbrido Orange Flesh, submetido à aplicação pós-colheita de cloreto de cálcio. Lavras: UFLA, 1996. 68p. (Dissertação – Mestrado em Fisiologia Vegetal).
- FILGUEIRAS, H.A.C. Bioquímica do amadurecimento de tomates híbridos heterozigotos no loco "Alcobaça". Lavras: UFLA, 1996. 118p. (Tese – Doutorado em Ciência dos Alimentos).
- FILS – LYCAON, B.; BURET, M. Loss of firmness and changes in pectic fractions during ripening and overripening sweet cherry. *Hortscience*, Alexandria, v. 25, n. 7, p. 777-778, 1990.
- FONSECA, H. As frutas para geléias. *Revista Brasileira de Bebidas e Alimentos*, v.6, n.73, p.18-19, 1973.
- GARCIA, A.E.; BURATTO, A.; ENZ, A.C.J.; SANTOS, M.A.; MOSTÉRIO, F.S.; ZULLO, F.C.; LUPORINI, V.M.B.; LASTORI, C.R. *Novas tecnologias de acondicionamento de alimentos*. Campinas: CETEA-ITAL, 1988. 162p.
- GONÇALVES, N.B. Efeito da aplicação de cloreto de cálcio associado ao tratamento hidrotérmico sobre a composição química e suscetibilidade ao escurecimento interno do abacaxi c.v. Smooth Cayenne. Lavras: UFLA, 1998. 101p. (Tese – Doutorado em Ciência dos Alimentos).

- GRANT, G.T.; MORRIS, E.R.; REES, D.A.; SMITH, J.C.; THOM, D. Biological interactions between polysaccharides and divalent cations: the egg-box model. Federation of European Biochemical Societies (FEBS). Letters New York, v.32, n.1, p.195-198, 1973.
- GRANT, T.H.; MACRAE, E.A.; REDGWELL, R.J. Effect of chilling on physicochemical properties of persimmon cell walls. *Phytochemistry*, Oxford, v. 31, p. 3739-3744, 1992.
- GROSS, K.C.; SAMS, C.E. Changes in cell wall neutral sugar composition during fruit ripening: a species survey. *Phytochemistry*, Oxford, v.23, n.11, p.2457-2461, Nov. 1984.
- GROSS, K. C. Recent developments on tomato fruit softening. *Postharvest News and information*, v.1, p.109-112, 1990.
- HEPPLER, P.K.; WAYNE, R.O. Calcium and plant development. *Annual Review Plant Physiology*, Palo Alto, v.36, p.397-439. 1985.
- HIGBY, W.K. A simplified method for determination of some aspects of the carotenoid distribution in natural and carotene-fortified orange juice. *Journal of Food Science*, Chicago, v.27, n.1, p.42-49, Jan./Feb. 1962.
- HOBSON, G.E.; GRIERSON, D. Tomato. In: SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A.(ed.). *Biochemistry of fruit ripening*. Londres: Chapman & Hall, 1993. Cap.14, p.405-442.
- HOLLAND, N. Conservação Pós-colheita de pêssegos (cv. Biuti): interação entre cálcio e temperatura. Lavras: ESAL, 1993. 116p.(Dissertação – Mestrado em Ciência dos Alimentos).
- HOMNAVA, A.; PAYNE, J.; KOEHLER, P.; EITENMILLER, R. Provitamina A (alpha-carotene, beta-carotene and beta-cryptoxantin) and ascorbic acid content of japanese and american persimmons. *Journal of Food Quality*, v.13, p.85-95, 1990.
- HUBER, D.J. Polyuronide degradation and hemicellulose modifications in ripening tomato fruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v.108, p. 405-409, 1983.
- HULME, A.C. *The biochemistry of fruits and their products*. London: Academic, 1970. v.1, p. 281-301.

- HULME, A.C. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic, 1970. v.1, p.387-420.
- HULBERT, G.J. ; BHOWMIK, S.R. Quality of fungicide treated and individually shrink wrapped tomatos. **Journal of Food Science**, Chicago, v.52, p. 1293, 1987.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. v.1, 533p.
- ITO, S. The persimmon. In: HULME, A.C. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic, 1971. Cap. 8, v.2, p.281-301.
- JEN, J.J.; ROBINSON, M.L.P. Pectolytic enzymes in sweet bell peppers (*Capsicum annum* L.). **Journal of Food Science**, Chicago, v.49, n.4, p. 1085-1087, Mar./Apr. 1984.
- KADER, A. A. Postharvest biology and technology na overview. In: KADER, A.A. (ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**. 2. ed. California: University of California, 1992. Cap. 3, p. 15-20, 1992.
- KADER, A.A., WRIGHT, K.P. Effect of slicing and controlled-atmosphere storage on the ascorbate content and quality of strawberries and persimmons. **Postharvest Biology and Technology**, California, v.10, p.39-48, 1997 a.
- KADER, A.A., WRIGHT, K.P. Effect of controlled-atmosphere storage on the quality and carotenoid content of sliced persimmons and peaches. **Postharvest Biology and Technology**, California, v.10, p.89-97, 1997 b.
- KAYS, S.J. Secondary metabolic processes and products. In: KAYS, S.J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. Cap.4. p. 143-256, 1991.
- KLEIN, B.P. Nutritional consequences of minimal processing of fruits and vegetables. **Journal of Food Quality**, v.10, p.179-193, 1987.
- KOCH, J.L.; NEVINS, D.J. Tomato fruit cell wall. I. Use of purified tomato polygalacturonase and pectinamethylesterase to identify development changes in pectins. **Plant Physiology**, v.91, p. 816-22, 1989.
- KOLESNIKOV, V. **Fruit biology**. Moscow. 1966, p.338.

- LEE, E.J.; YANG, Y.J. Postharvest physiology and storage disorders affected by temperature and PE film thickness in "Fuyu" persimmon fruit. *Journal of the Korean Society for Horticultural Science*, v.38, n.5, p.516-519, 1997. (Resumo em CAB Abstracts on CD-ROM, 1996-1998).
- LIMA, L.C. O. **Bioquímica da Parede Celular de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill), cv. Santa Clara: Transformações e interação com o cálcio durante a maturação.** Lavras: ESAL, 1992. 100p. (Dissertação-Mestrado em Ciência dos Alimentos).
- LIMA, L.C. **Armazenamento de maçãs cv. Royal Gala sob refrigeração e atmosfera controlada.** Lavras: UFLA, 1999.96p. (Dissertação - Mestrado em Ciência dos Alimentos)
- LINDNER, M.W. A monograph on the kaki-fig. *Zeitschrift Fuer Lebensmittel untersuchung und Forschung*, v.155, n.2, p.65-71, 1974.
- LURIE, S.; Klein, J.D. Calcium and heat treatments to improve storability of "Anna" apples. *HortScience*, Alexandria, v.27, n.1, p.36-39. 1992.
- LYON, B.G.; SENTER, S.D.; PAYNE, J.A. Quality characteristics of oriental persimmons (*Diospyros kaki*, L. cv. Fuyu) grow in the sout-eastern United States. *Journal of Food Science*, Athens, v.57, n.3, p.693-695, 1992.
- MALIS-ARAD, S.; DIDI, S.; MIZRAHI, Y.; KOPELIOVITCH, E. Pectin substances: changes in soft and firm cultivars and in non-ripening mutants. *Journal of Horticultural Science*, Ashford, v. 58, n.1, p.111-116, 1983.
- MANGAS, J.J.; DAPENA, E.; RODRIGUEZ, M.S.; MORENO, J.; GUTIERREZ, M.D.; BLANCO, D. Changes in pectic fractions during ripening of ciders apples. *HortScience*, Alexandria, v.27, n.4, p.328-330, Apr. 1992.
- MARSCHNER, H. "Ernährungs - untertrags - physiologiche aspekte der pflanzenernährung". *Angen Botanik*, Göttingen, v. 63, p. 71-87, 1978.
- MARKOVIK, O.; KOHN, R. Mode of pectin deesterification by *Trichoderma reesei* pectinesterase. *Experientia Basel*, v.40, p.842-843, 1984.
- MARTINS, F.P.; PEREIRA, F.M. **Cultura do caqui.** Jaboticabal: FUNEP, 1989. 71p.

- MATOO, A.K.; SUTTLE, C.J. The plant hormone ethylene. Florida: CRC, 1991. 337p.
- MATSUI, T.; KITAGAWA, H. Effects of ethylene absorbent on polygalacturonase activity of persimmon fruit. *Journal Japan Society Horticultural Science*, Kagawa, v.57, n.4, p. 697-701, 1989.
- MCCREADY, P.M.; McCOMB, E.A. Extration and determination of total pectic material. *Analytical Chemistry*, v.24, n.12, p.1586-1588, 1952.
- MELFORD, A.J.; PRAKASH, M.D. Postharvest changes in fruit cell wall. *Advances in Food Research*, New York, v.30, p. 139-193, 1986.
- MENEZES, J. B. Qualidade pós-colheita de melão tipo Galia durante a maturação e o armazenamento. Lavras: UFLA, 1996. 157p. (Tese – Doutorado em Ciência dos Alimentos).
- MONTENEGRO, H.W.S.; SALIBE, A.A. Vitamina C em caqui (*Diospyros kaki* L.). *Revista de Agricultura*, v.34, n.3, p.183-195, 1959.
- MOURA, M.A.de. Efeito da embalagem e do armazenamento no amadurecimento do caqui (*Diospyros kaki* L) cultivar Taubaté. Viçosa-MG:UFV, 1995. 84p. (Dissertação – Mestrado).
- MOURA, M.A. de; LOPES, L.C.; CARDOSO, A.A. Efeito da embalagem e do armazenamento, à zero grau, no amadurecimento do caqui (*Diospyros kaki*, L.), cultivar Taubaté. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 14, Curitiba, 1996. Anais... Londrina: IAPAR, 1996. p.120.
- MOURA, M.A.; LOPES, L.C.; CARDOSO, A.A.; MIRANDA, L.C.G. Efeito da embalagem e do armazenamento no amadurecimento do caqui. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.32, n.11, p.1105-1109, 1997.
- MURAYAMA, S. Fruticultura. 2. ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973. 371p.
- NELSON, N.A. A photometric adaptation of Somogyi method for the determination of glucose. *Journal of Biological Chemistry*, Baltimore, v. 135, n.1, p.136-175, Jan.1944

- O'DONOGHUE, E.M.; SOMERFIELD, S.D.; URÉ, L.A.; HEYES, J.A. Developmental and ripening-related effects on the cell wall of pepino (*Solanum muricatum*) fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, v. 73, p. 455-463, 1997.
- PARODI, M.T., SIGRIST, J.M.M.; PARK, K.J. Eficiência de absorvedores de etileno na conservação de mamão. (carica papaya L.). *Ciênc.Tecnol. Aliment.*, v.16, n.3, p.233-237, 1996.
- PENTEADO, S.R. Cultura do caqui. In: PENTEADO, S.R. *Fruticultura de clima temperado em São Paulo*. Campinas: Fundação Cargill, 1986. Cap.8, p. 157-173.
- PILNIK, W.; VORAGEN, A.C. The biochemistry of fruits and their products. London: Academic, 1970. v.1, p.53-87.
- POOVAIAH, B.W. Molecular and cellular aspects of calcium action in plants. *HortScience*, Alexandria, v.23, n.2, p. 267-271, 1988.
- PRESSEY, R.; AVANTS, J.K. Pectin enzymes in "Longkeeper" tomatoes. *Horticultural Science*, v.17, p.398-400, 1982.
- PRESSEY, Y. R.; HINTON, D.M.; AVANS, J.K. Developments of polygalacturonase activity and solubilization of pectin in peaches during ripening. *Journal of Food Science*. v.36, p.1070-1073, 1971.
- PRESSEY, R.; AVANTS, J.K. Separation and characterization of the exopolygalacturonase and endo polygalacturonase from peaches. *Plant Physiology*, Baltimore, v.52, n.3, p.252-256, Sept. 1973.
- RAGAZZINI, D. El kaki. Madrid: Mundi-Prensa, 1985. 176p.
- RAMTEKE, R.S.; GIPESON, W.; PARTWARDHAN, M.V. Behaviour of aroma volatiles during the evaporative concentration of some tropical fruit-juices and pulps. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, v.50, n.3, p.399-405, 1990.
- RHODES, M.J.C. The climateric and ripening of fruit. In: HULME, A.C. *The biochemistry of fruits and their products*. London: Academic, 1970. v.1, p.521-533.

- RICARDO, C.P.P.** Aspectos da fisiologia do cálcio nas plantas. Garcia de Orta, Lisboa, v.10, n.1/2, p.65-76, 1983. (Série Estudos Agrônômicos).
- RIGITANO, O.** Cultura do caqui. 2 .ed. São Paulo: Melhoramentos, 1966. 32p. (ABC do Lavrador Prático)
- ROBERTSON, J.A., MEREDITH, F.I.; FORBUS, W.R.; LYON, B.G.** Relationship of quality characteristics of peaches (cv. Loring) to maturity. *Journal of Food Science*, v.57, n.6, p.1401-1404, 1992.
- ROMANI, R.J.; JENNINGS, W.G.** Stone fruits. In: HULME, A.C. *The biochemistry of fruits and their products*. London: Academic, 1971. v.2, p.411-436.
- ROIG, M.G.; RIVERA, Z.S.; KENNEDY, J.F.** L-ascorbic acid: an overview. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, v. 44, p. 49-72. 1993.
- ROUHANI, J.; BASSIRI, A.; SHAYBANY, B.** Effect of postharvest ethephon application on ripening and physiology of persimmon fruits at various stages of maturity. *Journal of Horticultural Science*, v.50, n.1, p.73-79, 1975.
- RUBIN, C.A.; MAYER, N.A.; ROVERSI, T.; NAVA, D.E.; FERRI, V.C.; RINALDI, M.M.; DANIELI, R.; ROMBALDI, C.V.** Conservação de caquis (*Diospyros kaki*, L.) cv. Fuyu , através do uso de cálcio, ácido giberélico e iprodione. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 1998, Poços de Caldas. Conferências... Lavras: UFLA, 1998. p.136-145.
- SALUNKE, D.K.; BOLIN, H.R.; REDDY, N.R.** Storage, processing and nutritional quality of fruits and vegetables. 2.ed. Boca Raton: CRC, 1991. v.1, 323p.
- SAQUET, A.A.; BRACKMAN, A.** Armazenamento de caquis cultivares Rama Forte e Chocolate em atmosfera normal e controlada. In: JORNADA DE PESQUISA DA UFSM, 1993. Santa Maria-RS. Anais...Santa Maria: Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa. 1993, p.230.
- SARGENT, S.A.; CROCKER, T.E.; ZOELLNER, J.** Storage characteristics of "Fuyu" persimmons. *Proceedings of the Florida State Society for Horticultural Science*, v. 106, p. 131-134, 1993.

- SARANTOPOULOS, C.I.G.L.; SOLER, R.M. Embalagens com AM/AC. In: *Novas tecnologias de acondicionamento de alimentos*. Campinas: ITAL/SBCTA, 1988, p.105-140.
- SARRIA, S.D.; HONÓRIO, S.L. Mudanças dos açúcares do caqui (*Diospyros kaki*) "Fuyu" durante a sua conservação. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, Poços de Caldas, 1998. Conferências... Lavras: UFLA, 1998. p.195.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. Análise química de plantas. Piracicaba: ESALQ, 1974. 56p.
- SCALON, S.P. Qualidade do morango: efeito do  $\text{CaCl}_2$  sobre a parede celular e níveis residuais de Benomil. Lavras: ESAL, 1996. 105p. (Tese - Doutorado em Ciência dos Alimentos).
- SELVENDRAN, R.R.; O'NEILL, M.A. Isolation and analysis of cell wall from plant material. *Methods of Biochemical Analysis*, New York, v.32, p.25-153, 1987.
- SENDER, S.D.; CHAPMAN, G.W.; FORBUS Jr., W.R.; PAYNE, J.A. Sugar and non-volatile acid composition of persimmons during maturation. *Journal of Food Science*, v.56, p.989-991, 1991.
- SEYMOUR, G.B.; HARDING, S.E.; TAYLOR, A.J.; HOBSON, G.E.; TUCKER, G.A. Polyuronide solubilization during ripening of normal and mutant tomato fruit. *Phytochemistry*, v.26, p.1871-1875, 1987.
- SHEAR, C.B. Calcium-related disorders of fruits and vegetables. *HortScience*, Alexandria, v.10, n.4, p.361-365, 1975.
- SHOWALTER, A.M. Structure and function of plant cell wall proteins. *The Plant Cell*, Baltimore, v.5, n.1, p.9-23, 1993.
- SIGRIST, J.M. Tecnologia de pós-colheita de frutos tropicais: manual técnico. Campinas: ITAL, 1988. 220p.
- SILVEIRA, E.T.F.; TRAVAGLINI, D.A.; MORI, E.E.M.; AGUIRRE, J.M.; FERREIRA, V.L.P.; FIGUEIREDO, I.B. Aptidão dos cultivares de caqui "Taubaté"; "Giombo" e "Rama Forte" quanto ao processamento na forma seca. *Boletim do ITAL*, Campinas, v.4, n.19, p.423-432, 1982.

- SIMÃO, S. **Manual de fruticultura**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1971. p.445-460.
- SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 1998. 760p.
- SRINIVASAN, C.; IAH, D.R.P.; SHANMUGAVELU, K.G.; MADHAVARAO, V.N. Effect of ethephon (2-cloroetil fosfonic acid) on the ripening of persimmons (*Diospyros* sp.). **Indian Journal of Horticulturae**, v.31, n.3, p.223-225, 1974.
- STOW, J. Effect of calcium ions on apple fruit softening during storage and ripening. **Postharvest Biology and Tecnology**, Amsterdam, v.3, p.1-9, 1993.
- TAIRA, S.; MATSUMOTO, N.; MIKI, O. Rreduction of persimmon astringency by complex formation between pectin and tannins. **Postharvest Biology and Technology**, Japan, v.12, p. 265- 271, 1997.
- TAKATA, M. Respiration, ethylene production and ripening of japanese persimmon fruit harvested at various stages of development. **Journal of japanese Society of Horticultural Science**, v. 52, n.1, p.78-84, 1983. (Resumo em CAB Abstracts on CD-Rom, 1984-1986).
- THOMPSON, J.E.; LEGGE, R.L.; BARBER, R.F. The role of free radicals in senescence and wounding. **New Phytopatology**, v.105, p.317-344, 1987.
- TIBA, M.A. **Estudo do armazenamento de polpa de caqui (*Diospyros kaki* L.) congelado para elaboração de subprodutos**. Campinas: UNICAMP, 1996. 117p. (Dissertação – Mestrado em Tecnologia de Alimentos).
- TURK, R. The cold storage of persimmons (*Diospyros kaki* cv. Fuyu) harvested at different maturities and the effect of different CO<sub>2</sub> applications on fruit ripening. **Acta Horticulturae**, n. 343, p.190-194, 1993.
- VAN BUREN, J.P. Improved firmness without additives. **Food Engineer**, New York, v.45, n.5, p. 127, 1973.
- VAN BUREN, J.P. The chemistry of texture in fruits and vegetables. **Journal of texture studies**, Westport, v.10, p.1-23, 1979.

- VIDRIH, R.; SIMCIC, M.; HRIBAR, J. Storing of persimmon fruit under controlled atmosphere conditions. In: **INTERNATIONAL HORTICULTURAL CONGRESS**, Firenze, 1990. Abstracts... Firenze, 1990.v.2, p.3312.
- WATADA, A.E.; ABE, R.; YAMAUCHI, N. Physiological activities of partially processed fruits and vegetables. **Food Technology**, v.44, n.5, p.116-122, 1990.
- WILLS, R.H.H.; LEE, T.H.; GRAHAM, D.; MCGLASSON, W.B.; HALL, E.G. **Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables**. Kensington: New South Wales: University, 1981. 162p.
- WILLS, R.B.H.; LEE, T.H.; GRAHAM, D.; McGLASSON, W.P.; HALL, E.G. Effects of temperature. In: WILLS, R.B.H.; LEE, T.H., GRAHAM, D. McGLASSON, W.P. ;HALL, E.G. **Postharvest: an introduction on the physiology and handling of fruit and vegetables**. Australia: N.S.W.V. 1989. Cap.4, p.39-52 a.
- WILLS, R.B.H.; LEE, T.H.; GRAHAM, D.; McGLASSON, W.P.; HALL, E.G. Effects of temperature. In: WILLS, R.B.H.; LEE, T.H., GRAHAM, D. McGLASSON, W.P. ; HALL, E.G. **Postharvest: an introduction on the physiology and handling of fruit and vegetables**. Australia, N.S.W.V,1989. Cap.7, p.73-87 b.
- WRIGHT, K.P.; KADER, A.A. Effect of slicing and controlled-atmosphere storage on the ascorbate content and quality of strawberries and persimmons. **Postharvest Biology and Technology**, California, v.10, p.39-48, 1997.
- WRIGHT, K.P.; KADER, A.A. Effect of controlled-atmosphere storage on the quality and carotenoid content of sliced persimmons and peaches. **Postharvest Biology and Technology**, California, v.10, p.89-97, 1997.
- YANG, S.F.; HOFFMANN, N.E. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. **Annual Review Plant Physiology**, Palo Alto, v. 35, p. 155-189, 1984.
- ZAMBRANO, J.; MANZANO, J. Influence du calcium sur la maturation et la conservation des mangues après leur récolte. **Fruits**, Paris, v.50, n.2, p.145-152, 1995.

... ..

... ..

... ..

... ..

**ANEXOS**

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

TABELA 1A Quadros médios da ANAVA e respectivas níveis de significância para perda de massa; carotenóides totais, SST e ATT do caqui FUYU (Controle; com cálcio com embalagem – CCaCE; com cálcio sem embalagem – CCaSE; sem cálcio com embalagem – SCaCE), armazenado sob refrigeração ( $2^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , UR  $90\% \pm 2\%$ ), durante 42 dias.

Causas da		Quadros Médios			
Variação	GL	Áçúcares totais	PH	SST	ATT
Cálcio (V <sub>1</sub> )	1	7.75322**	0.00093NS	1.14333NS	0.00017NS
Embalagem (V <sub>2</sub> )	1	1.06989**	0.02608NS	0.0048NS	0.00002NS
Tempo (V <sub>3</sub> )	6	30.23033**	0.7504**	9.79277**	0.0065**
V <sub>2</sub> *V <sub>3</sub>	6	0.00617NS	0.03202NS	0.73714NS	0.00013**
V <sub>1</sub> *V <sub>2</sub>	1	1.96876**	0.06173**	0.96429NS	0.0000NS
V <sub>1</sub> *V <sub>3</sub>	6	1.76316**	0.01351NS	1.97556NS	0.00009NS
V <sub>1</sub> *V <sub>2</sub> *V <sub>3</sub>	6	2.13032**	0.04919**	0.35429NS	0.00009NS
Resíduo	56	0.17016	0.01800	0.93764	0.00004
Total	83				
Média Geral		18,46571	6,27333	20,8395238	0,08595238
CV (%)		2,233867	2,13885	4,64654162	

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

TABELA 2A Quadrados médios da ANAVA e respectivas níveis de significância para textura, pH, açúcares totais e vitamina C do caqui FUYU (Controle; com cálcio com embalagem – CCAcE; com cálcio sem embalagem – CcAcE; sem cálcio com embalagem – SCAcE), armazenado sob refrigeração (2 °C ± 0,5 °C, UR 90% ± 2%), durante 42 dias.

Causas da Variação	Quadrados Médios	GL	Quadrados Médios		
			Textura	Perda de massa	Carotenóides totais
Cálcio (V <sub>1</sub> )	1	80,37987	0,64488**	0,1622**	161,96297NS
Embalagem (V <sub>2</sub> )	1	283,69163**	45,67338**	0,04762NS	29,45318NS
Tempo (V <sub>3</sub> )	6	639,88792**	7,24050**	0,31821**	6747,10101**
V <sub>1</sub> * V <sub>2</sub>	1	13,44800NS	3,57897**	0,43210**	54,7888888NS
V <sub>1</sub> * V <sub>3</sub>	6	39,60391NS	1,83048**	0,23469**	154,02400NS
V <sub>2</sub> * V <sub>3</sub>	6	15,41757NS	0,06717**	0,22564**	79,57381NS
V <sub>1</sub> * V <sub>2</sub> * V <sub>3</sub>	6	10,89984NS	0,24378**	0,3511**	69,25011NS
Resíduo	56	21,24296	0,04441	0,01517	96,69347
Total	83				
Média Geral		62,42011	1,04452381	2,19047619	98,5330
CV (%)		7,38385	20,17501625	5,62286507	9,97967

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

TABELA 3A Quadrados médios da ANAVA e respectivas níveis de significância para pectina total, pectina solúvel, PME e PG do caqui FUYU (Controle; com cálcio com embalagem – CCAcE; com cálcio sem embalagem – CCaSE; sem cálcio com embalagem – SCAcE), armazenado sob refrigeração (2 °C ± 0,5 °C, UR 90% ± 2%), durante 42 dias.

Causas da		Quadrados Médios		
Variação	GL	Pectina Total	Pectina Solúvel	PME
Cálcio (V <sub>1</sub> )	1	17723,98597**	888,68057**	105364,58337**
Embalagem (V <sub>2</sub> )	1	1270,55177NS	1984,04640**	1395007,44049**
Tempo (V <sub>3</sub> )	6	79305,79325**	18548,90001**	2064196,42858**
V <sub>1</sub> * V <sub>2</sub>	1	11685,07067**	5472,75143**	66,96424NS
V <sub>1</sub> * V <sub>3</sub>	6	6480,24108**	2057,23040**	163645,83333**
V <sub>2</sub> * V <sub>3</sub>	6	572,12528NS	902,12913**	373184,52381**
V <sub>1</sub> * V <sub>2</sub> * V <sub>3</sub>	6	4732,28325**	626,97361**	81473,21425**
Resíduo	56	573,43819	80,28568	3102,67857
Total	83			
Média Geral		924,49773	177,28428	856,84523
CV (%)		2,590224	5,05415	6,50078

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

6,54071  
6,36938

0,17356  
8,37800\*\*  
6,74960\*\*  
63,61638\*\*  
0,00058NS  
29,84808\*\*  
8,61440\*\*  
77,83738\*\*

PG