



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE MESTRADO EM AGRONOMIA**

LUCIANE CURTES PORFÍRIO-DA-SILVA

**QUALIDADE PÓS-COLHEITA DO FRUTO CAQUI (*DIOSPYRUS KAKI* L.), CV.
'FUYU', PRODUZIDO EM PORTO AMAZONAS - PR**

**PONTA GROSSA
2008**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE MESTRADO EM AGRONOMIA**

LUCIANE CURTES PORFÍRIO-DA-SILVA

**QUALIDADE PÓS-COLHEITA DO FRUTO CAQUI (*DIOSPYRUS KAKI* L.), CV.
FUYU, PRODUZIDO EM PORTO AMAZONAS - PR**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Ponta Grossa para obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração de Pós Colheita.

Orientador: Prof. Dr. Dorivaldo da Silva Raupp
Co-Orientador: Prof. Dr. Ricardo Antonio Ayub

**PONTA GROSSA
2008**

Ficha Catalográfica Elaborada pelo Setor de Processos Técnicos BICEN/UEPG

P835q Porfírio-da-Silva, Luciane Curtes
Qualidade pós-colheita do fruto caqui (*DIOSPYRUS KAKI L.*), CV. FUYU, produzido em Porto Amazonas – Pr / Luciane Curtes Porfírio-da-Silva. Ponta Grossa, 2008
91f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia, área de concentração de Pós Colheita), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Dorivaldo da Silva Raupp

Co-orientador : Prof. Dr. Ricardo Antonio Ayub

1. Caqui cv. 2. Fuyu. 3. Pós-colheita. 4. Poligalacturonase.
5. Polifenoloxidase. I. Raupp, Dorivaldo da Silva. II. Ayub, Ricardo Antonio. III. T

CDD : 634.45



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
COORDENAÇÃO DO CURSO DE MESTRADO EM AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação: **“QUALIDADE PÓS-COLHEITA DO FRUTO CAQUI (*Diospyrus kaki* L.), cv. FUYU, PRODUZIDO EM PORTO AMAZONAS - PR”.**

Nome: Luciane Curtes Porfírio da Silva

Orientador: Dorivaldo da Silva Raupp

Aprovado pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. Dorivaldo da Silva Raupp



Profa. Dra. Mareci Mendes de Almeida



Prof. Dr. Marcelo Barbosa Malgarin

Data da Realização: 22 de agosto de 2008.

DEDICATÓRIA

*A meus filhos: Fernanda, Julia e
Pedro, que sem porque, sem para que, sem
tentar entender, souberam entender
minha caminhada...*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo.

Ao Porfírio, pelos anos de amor, cumplicidade, coragem, companheirismo...

À minha Mãe, à Dri e à Luiza ... pelo apoio, força, segurança...

À Meu pai, que me ensinou a trilhar os caminhos da vida.

Ao meu orientador, Professor Dr. Dorivaldo da Silva Raupp, pela confiança em meu trabalho e pela generosidade em compartilhar seus conhecimentos.

À Prof.^a Dr.^a Mareci Mendes de Almeida, do Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Ponta Grossa pelo apoio na condução inicial das pesquisas desta dissertação.

Ao co-orientador Prof. Dr. Ricardo Ayub, pelo trabalho conjunto.

Ao EMATER, um instituto que procura a valorização do conhecimento, e em especial aos colegas Augusto, Heitor e Willis, pelo apoio.

Aos professores do Programa de Pós Graduação de Agronomia da Universidade Estadual de Ponta Grossa pela valiosa contribuição em minha formação profissional, em especial a Professora Doutora Laila Talarico Ribeiro.

A Agropecuária Boutin Ltda., pela doação dos frutos sem o qual não poderíamos realizar este trabalho.

A todos que contribuíram, de uma forma ou de outra, para a realização deste sonho.

Ando devagar porque já tive pressa
e levo esse sorriso porque já chorei demais
Hoje me sinto mais forte, mais feliz quem sabe.
Só levo a certeza de que muito pouco eu sei, ou nada sei...
(Tocando em frente, Almir Sater e Renato Teixeira).

RESUMO

O armazenamento sob refrigeração é a principal tecnologia para retardar o metabolismo e consequentemente controlar a maturação e minimizar a deterioração de frutos. No entanto, o caqui por ser sensível ao frio, pode desenvolver desordens fisiológicas, dependendo da temperatura e do período de armazenagem. Assim, considerando a importância comercial do caqui 'Fuyu', essa pesquisa teve por meta fazer uma contribuição ao conhecimento relacionado com a pós-colheita desse fruto. Em frutos de uma amostra de plantas de caqui foi aplicado o produto comercial Promalin® e outra amostra não recebeu esse produto. Os frutos colhidos foram armazenados em câmara fria (4°C, uso comercial) e em temperatura ambiente (20 a 26°C). A qualidade dos frutos foi monitorada durante a armazenagem. A utilização da câmara fria manteve a boa firmeza dos frutos para a comercialização acima de 16 dias, para ambos os tratamentos, sem e com a aplicação de Promalin® no pomar, enquanto que, na temperatura ambiente os tempos foram de 16 e 8 dias, respectivamente. E o Promalin® contribuiu para a melhoria da firmeza desses frutos armazenados, em igual tempo, na câmara fria. O produto Promalin® antecipou a perda de firmeza de frutos armazenados à temperatura ambiente, em comparação com frutos que não receberam esse produto, e, a atividade da enzima poligalacturonase (PG) foi coincidente. Com relação à atividade da enzima polifenoloxidase (PFO), enquanto o fruto apresentou firmeza aceitável para a comercialização em câmara fria não houve mudança significativa de sua atividade, tanto nos sem Promalin® como nos frutos que receberam a aplicação desse produto no pomar. Os sólidos solúveis totais, medidos como °Brix, não sofreram mudança significativa durante o armazenamento em câmara fria.

Palavras-chave: caqui cv. Fuyu; pós-colheita; poligalacturonase; polifenoloxidase.

ABSTRACT

Refrigerated storage is the main technology for maturity control and for minimizing deterioration of the fruit. However, because kaki ('Fuyu') is sensitive to cold temperatures, it can develop physiological disorders depending on the temperature and period of storing. Thus, considering its commercial value, this study aims to contribute with knowledge related to its postharvest quality. Commercial product Promalin® was applied to a plant sample of the fruit whereas another sample did not receive the product. The harvested fruit were stored in cold chamber (4°C, commercial use) and in room temperature (20 to 26 °C). The quality loss of the fruit was monitored during the storage. The cold chamber kept good fruit firmness quality for commercialization over 16 days, for both treatments, without and with the Promalin® application in the orchard, while in room temperature the periods were 16 and 8 days respectively. And Promalin® contributed for the bettering of firmness of these stored fruit, during the same time period, in the cold chamber. The Promalin® product anticipated the loss of firmness at room temperature compared to fruit that did not receive this product, and the activity of the poligalacturonase (PG) enzyme was coincident. The enzyme activity was coincident, whereas to what concerned to the poliphenoloxidase (PFO) enzyme, as long as the fruit presented acceptable firmness for its commercialization in cold chamber, there were not significant changes in its activity neither in those fruit without Promalin® nor in those which received the application of this product in the orchard. The total soluble solids, measured as °Brix, did not suffer significant change during its storage in cold chamber.

Key words: kaki, *Diospyros kaki* cv. Fuyu; postharvest; poligalacturonase; poliphenoloxidase.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área e produção de caqui – 2003.	17
Figura 2. Firmeza (em N) da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em temperatura ambiente, sem e com Promalin®.	47
Figura 3. Atividade da enzima poligalacturonase ($\mu\text{g. mL}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \cdot 10\text{in}^2$) da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em temperatura ambiente, sem e com Promalin®.	49
Figura 4. Firmeza (em N) da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em câmara fria, sem e com Promalin®.	50
Figura 5. Atividade* da enzima poligalacturonase ($\mu\text{g.mL}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \cdot 10^2$) da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em câmara fria (4°C), sem e com Promalin®.	52
Figura 6. Correlação entre a atividade da poligalacturonase (PG) e a firmeza da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em câmara fria (4 °C), sem Promalin®.	55
Figura 7. Correlação entre a atividade da poligalacturonase (PG) e a firmeza da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em câmara fria (4°C), com Promalin®.	56
Figura 8. Sólidos solúveis totais (em °Brix) da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em temperatura ambiente, sem e com Promalin®	58
Figura 9. Sólidos solúveis totais (em °Brix) da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em câmara fria (4 °C), sem e com Promalin®.	59
Figura 11. pH da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em temperatura ambiente, sem e com Promalin®.	63
Figura 12. Teor de fenóis totais (mg.L^{-1}) da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em temperatura ambiente, sem e com Promalin®.	68
Figura 13. Atividade da enzima polifenoloxidase ($\text{UE m}^{-1}\text{mL}^{-1}$) da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em temperatura ambiente, sem e com Promalin®.	69
Figura 14. Conteúdo de fenóis totais (mg.L^{-1}) da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em câmara fria, sem e com Promalin®.	70
Figura 15. Correlação entre a atividade da polifenoloxidase e fenóis da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em câmara fria (4 °C), sem Promalin®.	72
Figura 16. Correlação entre a atividade da polifenoloxidase e fenóis da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em câmara fria (4 °C), com Promalin®.	73

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização do fruto caqui 'Fuyu'	46
Tabela 2. Firmeza (em N) da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em temperatura ambiente, sem e com Promalin®.	48
Tabela 3. Atividade* da enzima poligalacturonase ($\mu\text{g. mL}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \cdot 10\text{in}^2$) da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em temperatura ambiente, sem e com Promalin®... ..	49
Tabela 4. Firmeza (em N) da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em câmara fria (4°C), sem e com Promalin®.	51
Tabela 5. Atividade* da enzima poligalacturonase ($\mu\text{g.mL}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \cdot 10^2$) da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em câmara fria (4 °C), sem e com Promalin®.....	52
Tabela 6. Sólidos solúveis totais* (em °Brix) da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em temperatura ambiente, sem e com Promalin®.....	58
Tabela 7. Sólidos solúveis totais* (em °Brix) da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em câmara fria (4°C), sem e com Promalin®.	60
Tabela 8. Acidez total titulável* (% ácido málico) da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em temperatura ambiente, sem e com Promalin®.....	62
Tabela 9. pH* da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em temperatura ambiente, sem e com Promalin®.....	63
Tabela 10. Acidez total titulável* da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em câmara fria, sem e com Promalin®.	64
Tabela 11. pH* da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em câmara fria, sem e com Promalin®.	65
Tabela 12. Teor de fenóis* totais (mg.L^{-1}), da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em temperatura ambiente, sem e com Promalin®.....	68
Tabela 13. Atividade* da enzima polifenoloxidase ($\text{UE m}^{-1}\text{mL}^{-1}$) da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em temperatura ambiente, sem e com Promalin®.	69
Tabela 14. Conteúdo de fenóis* totais (mg.L^{-1}), da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em câmara fria, sem e com Promalin®.....	70
Tabela 15. Atividade* da enzima polifenoloxidase ($\text{UE m}^{-1}\text{mL}^{-1}$)da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em câmara fria, sem e com Promalin®.....	71

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVOS	15
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	16
3.1. ASPECTOS GERAIS DA CULTURA E DO FRUTO DE CAQUI	16
3.2. PROPRIEDADES FISIOLÓGICAS, BIOQUÍMICAS E NUTRICIONAIS DO FRUTO DE CAQUI.	20
3.3. ENZIMAS E A QUALIDADE DE FRUTOS HORTÍCOLAS	21
3.4. ARMAZENAMENTO REFRIGERADO	28
3.5. DISTÚRPIO PELO FRIO (CHILLING INJURY).....	31
3.6. USO DO PROMALIN® EM FRUTOS.....	36
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	39
4.1. PROCEDÊNCIA DOS FRUTOS	39
4.2. EXPERIMENTOS DE ARMAZENAMENTO.....	39
4.3. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE FRUTOS ARMAZENADOS	41
4.3.1 <i>Preparo da Amostra</i>	41
4.3.2 <i>Massa de matéria fresca do fruto</i>	41
4.3.3 <i>Diâmetro e Comprimento do fruto</i>	41
4.3.4 <i>Volume do fruto</i>	41
4.3.5 <i>Determinação da Firmeza do Fruto</i>	42
4.3.6 <i>Atividade da Enzima Poligalacturonase</i>	42
4.3.7 <i>Sólidos Solúveis Totais</i>	43
4.3.8 <i>Acidez Total Titulável</i>	43
4.3.9 <i>pH da polpa do fruto</i>	43
4.3.10 <i>Determinação de Compostos Fenólicos Totais</i>	43
4.3.11 <i>Atividade da Enzima Polifenoloxidase</i>	44
4.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	45
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
5.1 CARACTERIZAÇÃO DO FRUTO	46
5.2. FIRMEZA DO FRUTO E ATIVIDADE DA POLIGALACTURONASE	47
5.3. SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS.....	57
5.4. ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL E PH.....	62
5.5. FENÓIS E ATIVIDADE DA POLIFENOLOXIDASE (PFO).....	67
6. CONCLUSÕES.....	77
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80

1. INTRODUÇÃO

O caquizeiro (*Diospyrus kaki* L.) foi trazido para o Brasil em meados de 1.890, por imigrantes japoneses, mas somente no início do século XX é que começou a ser tratado como atividade comercial. Entretanto, a expansão dessa cultura só ocorreu a partir de 1970, com maior expressão na Região Sudeste. Na década de 90, a área cultivada com esta espécie praticamente dobrou, porém a demanda de mercado não acompanhou esse incremento.

A cultivar Fuyu é promissora em termos de mercado, produz frutos grandes (150 a 200g), de polpa amarelo-avermelhada não adstringente, sem sementes e com coloração da epiderme que varia de amarelo-esverdeada a avermelhada. A colheita normalmente ocorre num curto período, durante os meses de abril e maio. Entretanto, dois problemas essenciais ainda limitam a harmonização da cadeia produtiva: o abortamento floral; o curto período de conservação da fruta.

A adoção de técnicas para conservar a qualidade dos frutos após a colheita é uma estratégia essencial para a expansão do período de oferta e redução da sazonalidade dos preços de caqui. A armazenagem refrigerada é a principal tecnologia para o controle da maturação e minimizar a deterioração de frutos, incluindo o caqui (MacRae, 1987). No entanto, assim como a maioria dos frutos tropicais e subtropicais, o caqui é sensível ao frio, podendo desenvolver desordens fisiológicas, dependendo da temperatura e do período de armazenagem (MacRae, 1987; Sargent et al., 1993).

A temperatura ideal para a armazenagem do caqui ainda não está claramente definida, porém a temperatura de 0°C é a mais recomendada por retardar a

senescência (Penteado, 1986; Martins & Pereira, 1989; Lee et al., 1993; Brackmann et al., 1997). Apesar disso, a temperatura de 4°C tem sido praticada para o armazenamento de frutos pós-colheita como: maçã, pêra, e também caqui 'Fuyu' e 'Giombo', destinados à comercialização.

Trabalhando com caqui 'Fuyu', Crisosto et al. (2006), encontraram maior suscetibilidade de dano pelo frio numa faixa de temperatura entre 5 e 15°C. Woolf et al. (1997), armazenando caqui 'Fuyu' em temperatura de 0°C por 6 meses, também observaram danos ocasionados pelo frio. O rápido resfriamento a temperaturas baixas (-1°C) pode ser uma das causas da incidência de escurecimento da polpa (Lee, 2001). Porém, a exposição dos frutos a altas temperaturas, durante a fase de maturação, resulta numa rápida perda de firmeza de polpa (HARIMA et al., 2003).

O caqui 'Fuyu' caracteriza-se por apresentar um comportamento climatérico (Girardi et al., 2003) e tem alta sensibilidade ao etileno, o que proporciona rápida evolução da coloração da epiderme e perda de firmeza da polpa (Gorini & Testoni, 1988). Além disso, os frutos dessa cultivar são sensíveis à ocorrência de escurecimento epidérmico, que é, juntamente com o amolecimento, a principal causa de perda de caquis armazenados (Donazzolo & Brackmann, 2002). Embora as causas desse distúrbio não tenham sido elucidadas, vários autores emitem hipóteses relacionando com fatores pré-colheita, como a sanidade do pomar, desequilíbrio nutricional e ponto de maturação (Brackmann & Donazzolo, 2000), elevada umidade relativa no período de maturação (Gonçalves, 2003) e senescência dos frutos (Brackmann et al., 1997).

Dados do IBGE, em 2000, mostram que o caqui representou R\$ 47,8 milhões no valor da produção agrícola brasileira, sendo o Estado de São Paulo responsável por aproximadamente 58% do total. É uma fruta de relevante importância sócio-econômica, com crescente demanda para exportação.

Assim, considerando a importância comercial desse fruto, essa pesquisa teve por objetivo estudar a qualidade pós-colheita do caqui 'Fuyu'.

2. OBJETIVOS

A pesquisa teve por proposta:

Avaliar o efeito do Promalin® aplicado durante o cultivo do caqui 'Fuyu' bem como da temperatura de armazenamento pós-colheita (ambiente de 22°C e de refrigeração em 4°C) na qualidade dos frutos, com ênfase para os aspectos de firmeza e escurecimento.

3. REVISÃO DE LITERATURA

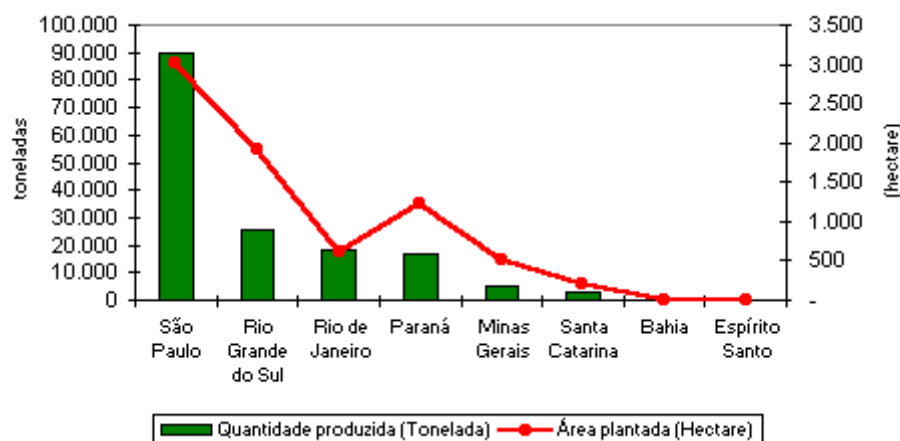
3.1. ASPECTOS GERAIS DA CULTURA E DO FRUTO DE CAQUI

O caqui, fruto originário da Ásia pertence à família botânica *Ebenaceae*, a qual possui espécies paisagísticas e espécies com fins madeiros. O gênero *Diospyrus* compreende os cultivares comuns de caqui atualmente comercializados. Os frutos do caquizeiro são ricos em amido, pectina, açúcares, apresentando teor muito alto de vitamina A e baixo teor de ácidos (Brackmann, 2003).

O caqui, muito cultivado na China, Japão e Coreia do Sul, foi introduzido no Brasil em torno de 1890, em São Paulo, e expandiu-se a partir de 1920 com a imigração japonesa (Brackmann, 2003).

A produção mundial de caqui em 2004 foi de 2,5 milhões de toneladas, segundo a Food Agricultural Organization (FAO). A China é o maior produtor, com 1,7 milhões de toneladas, seguida de Japão com 270 mil toneladas e Coreia do Sul com 250 mil toneladas, enquanto o Brasil ocupa o quarto lugar no *ranking* mundial.

Em 2003, a cultura do caqui no Brasil ocupou área de 7,5 mil hectares, com produção de 158 mil toneladas (Figura 1). Presente em oito estados brasileiros, a cultura está mais desenvolvida nas regiões Sudeste e Sul (Silva et al, 2205).



Fonte: Silva et al., 2005.

Figura 1. Área e produção de caqui – 2003.

As Regiões Sul e Sudeste são as maiores produtoras, lideradas pelo Estado de São Paulo com uma área cultivada de 3.110 hectares, seguido pelo Paraná, com 1.472 hectares, e pelo Rio Grande do Sul com 1.232 hectares, (Brackmann, 2003).

O caqui é uma fruta que pode ser dividida em dois grandes grupos: (1) aqueles que não mudam a cor da polpa quando polinizados – PC; (2) aqueles que possuem a polpa clara quando sem sementes (não polinizados) e, escura, quando com semente (polinizado) – PV. Cada um desses grupos pode ainda ser dividido em adstringente – A e não adstringente – NA. Portanto, têm-se os seguintes grupos: PCNA ('Fuyu', 'Jiro' e 'Fuyuhana'), PCA ('Taubaté', 'Hachiya', 'Pomelo' e 'Rubi'), PVNA ('Zenjimarú', 'Shogatsu' e 'Mizushima') e PVA ('Aizumishirazu', 'Rama Forte' e

‘Giombo’) (Seymour et al,1993). No Brasil, se classificam os caquis em três grupos: “Sibugaki” (taninoso, com ou sem semente), “Amagaki” (doce) e Variável (“Variant Sibugaki” ou “Variant Amagaki”), que incluem as variedades sem sementes com polpa taninosa e as variedades com uma ou várias sementes, não taninosas, de polpa parcial ou totalmente escura, denominando-se caqui “chocolate” (Benato et al.,2005).

O cultivar ‘Fuyu’, caqui tipo Amagaki, que é a cultivar mais plantada no Brasil (João et al., 2002), produz frutos com epiderme amarelo-avermelhada e de polpa firme, branco-amarelada, com sabor adocicado, sem adstringência e com baixa acidez (Ferri et al., 2002). O fruto é de tamanho grande, formato arredondado e possuindo ou não sementes, nunca é taninoso. Além da crescente aceitação no mercado interno o ‘Fuyu’ é o caqui da exportação, com maiores possibilidades de colocação no mercado externo. É um cultivar recomendado para regiões frias (Penteado, 1986).

Segundo Brackmann et al. (1997), a maturação do caqui ocorre de fevereiro a maio, dependendo das cultivares. O período de colheita e oferta deste fruto ainda é relativamente curto, aproximadamente 60 a 90 dias, sendo que a colheita pode chegar até o mês de maio e a oferta até junho. Portanto, neste período a oferta é elevada, e os preços, conseqüentemente, são reduzidos, e, as perdas pós-colheita são elevadas (Donazzolo & Brackmann, 2002; Ferri et al., 2002). Os frutos do caqui com sementes têm a tendência de maturação mais precoce (Penteado, 1986).

O caqui ‘Fuyu’ caracteriza-se por apresentar um comportamento climatérico (Girardi et al., 2003) e tem alta sensibilidade ao etileno, o que proporciona rápida

evolução da coloração da epiderme e perda de firmeza da polpa (Gorini & Testoni, 1988). Além disso, os frutos dessa cultivar são sensíveis à ocorrência de escurecimento epidérmico, que é, juntamente com o amolecimento, a principal causa de perda de caquis armazenados (Donazzolo & Brackmann, 2002). Embora as causas desse distúrbio não tenham sido elucidadas, vários autores apresentam hipóteses relacionando-as com fatores pré-colheita, como a sanidade do pomar, desequilíbrio nutricional, ponto de maturação (Brackmann & Donazzolo, 2000), elevada umidade relativa no período de maturação (Gonçalves, 2003) e senescência dos frutos (Brackmann et al., 1997).

Considerando a alta perecibilidade do caqui, o elevado desperdício na pós-colheita, o aumento crescente da produção (Fagundes, 2004), que freqüentemente resulta em excedente na comercialização e, principalmente, a quantidade de caqui que não é classificado para o comércio *in natura*, faz com que o “caqui desidratado” constitua uma boa alternativa para eliminar as perdas e agregar valor à matéria-prima, além de ser disponibilizado ao consumidor um novo produto, disponível durante todo o ano. Pensando nisso Raupp et al., em 2007, produziram passas de caqui ‘Fuyu’, um produto desidratado. A desidratação, que consiste no processo de transferência de calor e massa, resulta na remoção da umidade contida no interior dessa matéria prima alimentícia por meio de evaporação e, portanto, na redução da atividade de água, que, por conseguinte, prolonga a vida útil do produto passas de caqui ‘Fuyu’.

3.2. PROPRIEDADES FISIOLÓGICAS, BIOQUÍMICAS E NUTRICIONAIS DO FRUTO DE CAQUI.

O caqui é um fruto climatérico com baixa taxa respiratória ($5-10 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$, à 5°C ; $30-40 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$, a 25°C), amadurecendo após a colheita, assim como maçã, pêssgo e manga, entre outros frutos, que por serem climatéricos podem sofrer o processo de amadurecimento fora da planta-mãe. Os frutos apresentam um pico na taxa respiratória e subseqüentes mudanças na textura, cor, aroma, sabor, tornando-os comestíveis. Há uma correlação entre a respiração e a produção de etileno, e segundo Kader (1992), o caqui apresenta uma baixa produção de etileno de caquis ($0,1-1,0 \mu\text{L C}_2\text{H}_4 \cdot \text{kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$, à 20°C).

A determinação do ponto de colheita do caqui baseia-se na coloração da casca. A colheita é realizada quando o fruto perde a coloração verde e adquire tonalidade amarelo-avermelhada, que se torna mais intensa quanto mais avançada é o estágio de maturação (APPC, 2006). De modo geral, as variedades pertencentes aos grupos doce e variável são colhidas com tonalidade amarelo-esverdeada, enquanto os frutos do grupo taninoso, a coloração típica é a vermelho-alaranjada. As modificações de coloração dos caquis durante o amadurecimento estão relacionadas à degradação da clorofila, de coloração verde, e ao aumento do conteúdo de pigmentos carotenóides, como a criptoxantina, zeaxantina e licopeno. O conteúdo dos pigmentos difere entre variedades. A época de colheita varia em função das condições climáticas, das variedades e dos tratos culturais das regiões produtoras, estendendo-se de fevereiro a maio. Nas regiões de clima mais quente a

safra é mais precoce e em regiões mais frias a safra é mais tardia (Martins e Pereira, 1989).

Frutose, glicose e sacarose são os açúcares predominantes na polpa do caqui, sendo que o conteúdo de açúcares totais varia de 10,2 a 19,6% em frutos de variedades taninosas e de 10,1 a 16,7% em frutos de variedades doces (Senter et al. 1991). A firmeza dos frutos diminui com a sua maturação, e é decorrente da decomposição de estruturas da parede celular, como hemicelulose e substâncias pécticas. Dos ácidos orgânicos, o ácido málico predomina nos frutos de caqui, diminuindo ligeiramente com a maturação. Caquis são constituídos de alta concentração de vitamina A (Benato et al., 2005).

O caqui 'Fuyu' é um fruto de formato achatado, com seu eixo transversal maior que o longitudinal (Sarria & Honório, 1997).

Segundo Sarria (1998), o fruto fresco de caqui 'Fuyu' apresenta: peso médio de 249 g; umidade¹ de 82,40 %; peso específico de 1.066 kg/m³. E de acordo com trabalhos de Sarria e Honório (1997), no ponto de colheita comercial o caqui 'Fuyu' pesa 276 g e com 15 a 20 dias antes do ponto de colheita comercial pesa 243 g.

3.3. ENZIMAS E A QUALIDADE DE FRUTOS HORTÍCOLAS

As enzimas provocam escurecimento, perda de valor nutricional e afetam o sabor e o aroma dos alimentos (Marshall, 2000).

¹Determinada pelo método de destilação de tolueno (Sarria, 1998).

Há enzimas que indicam grau de frescor durante o processo de armazenagem ou de branqueamento de hortaliças antes do congelamento. Chitarra e Chitarra, em 2005, citaram como exemplo a avaliação das atividades da catalase e peroxidase, enzimas que alteram a qualidade dos produtos e que podem ser inativadas totalmente (catalase) ou parcialmente (peroxidase) pelo calor.

As avaliações da atividade de algumas enzimas podem servir como um instrumento confiável para o monitoramento da qualidade de produtos hortícolas durante o cultivo, o pós-colheita bem como no processamento e vida de prateleira destes. Enzimas como polifenoloxidase, peroxidase, ascorbato-oxidase, catalase, são sensíveis aos procedimentos experimentais (Chitarra & Chitarra, 2005) e podem ter suas atividades determinadas por ensaios simples.

A qualidade dos frutos pode ser influenciada principalmente por parâmetros como a textura, aroma, sabor e aspecto, e estes fatores contribuem para a aceitabilidade do fruto no mercado consumidor, chegando a ser motivo de descarte independentemente de outras características que o mesmo possa apresentar (Sanchez, 1996; Guerreiro, 1993).

Polifenoloxidase

É uma enzima que contém íon cobre no sítio ativo e está presente na maioria das plantas, em todos os mamíferos e em fungos e bactérias (Martínez & Whitaker, 1995). Apresenta a propriedade de catalisar duas reações, ambas com utilização de oxigênio molecular: (I) a hidroxilação de monofenóis para o-difenóis, pela ação da

cresolase; e, (II) a oxidação de o-difenóis para o-quinonas, pela atuação da catecolase (Martínez & Whitaker, 1995; Kavrayan & Aydemir, 2001).

Em vegetais, segundo Martínez e Whitaker (1995) a polifenoloxidase se apresenta tanto na forma solúvel quanto na ionicamente ligada. Neles, a polifenoloxidase localiza-se principalmente nos plastídeos e cloroplastos das células intactas (Concellón et al., 2004).

É amplamente aceito o fato de que a atividade da enzima é maior em frutos verdes, diminuindo ao longo do período de maturação do fruto (Serradell et al., 2000). A diminuição da atividade durante o amadurecimento e estocagem é atribuída à solubilização e proteólise da enzima nos plastídeos, razão pela qual a fração solúvel aumenta na medida em que os frutos amadurecem (Concellón et al., 2004).

As quinonas formadas pela ação da polifenoloxidase em plantas constituem o primeiro sinal bioquímico de resposta fisiológica quando ocorrem danos aos tecidos ou ataque de patógenos, e estas possuem propriedades antimicrobianas (Serradell et al., 2000).

A polifenoloxidase, e também a peroxidase, atua sobre uma variedade de substratos, tais como: fenóis, aminas aromáticas, naftóis, metoxibenzenos (Chen & Nobe, 1993). Estas enzimas, na presença do oxigênio, agem sobre os compostos fenólicos oxidando-os e produzindo o aparecimento de substâncias coloridas, num processo denominado escurecimento enzimático (Goy et al., 1992; Flurkey & Jen, 1978; Vigyázo-Vámos, 1981).

Uma característica da polifenoloxidase, assim como de algumas outras enzimas, é a sua alta resistência à desnaturação térmica (Hemeda & Klein, 1991; Weng et al., 1991). Tal característica faz com que a inativação dessas enzimas por processos térmicos convencionais durante o processamento seja ineficaz, uma vez que o tratamento na temperatura de desnaturação das enzimas levaria ao comprometimento da textura e do sabor do produto.

A polifenoloxidase é responsável pelo escurecimento enzimático indesejável de tecidos vegetais danificados tanto durante a manipulação e estocagem como no processamento de frutas e hortaliças, e até mesmo de alguns produtos de origem animal (Kavrayan & Aydemir, 2001). As o-quinonas formadas pela ação da enzima são instáveis (Concellón et al., 2004) e rapidamente polimerizam-se dando origem a pigmentos escuros, as melaninas (Serradell et al., 2000). A tonalidade de cor dos compostos formados pode variar dependendo dos tipos de substratos fenólicos presentes no tecido, resultando em pigmentos marrons, avermelhados ou negros (Dincer et al., 2002).

Esse escurecimento afeta a aceitação do consumidor e é uma das principais causas de rejeição de frutas e hortaliças (Serradell et al., 2000). Em tecidos vivos, o substrato e a enzima encontram-se separados dentro das células. Qualquer tratamento que danifique a estrutura celular colocará a enzima em contato com seu substrato, permitindo que a reação ocorra. Isto inclui danos mecânicos e fisiológicos. Alguns vegetais íntegros sofrem danos pelo frio, com rompimento das paredes celulares no interior do vegetal, quando estocados para preservação em temperaturas inferiores a 10°C, mas acima da temperatura de congelamento (Concellón et al., 2004).

As quinonas que resultam da oxidação de compostos fenólicos apresentam cor vermelha a marrom-avermelhada, e com a polimerização posterior resultam em moléculas mais escuras. Assim, o escurecimento enzimático dos tecidos vegetais irá depender não somente do tipo de substrato, concentração e sua localização, mas também, do tipo de polímero formado a partir da quinona.

Enzimas da parede celular

A decomposição das moléculas poliméricas como protopectinas, celulosas e hemicelulosas amaciam as paredes celulares, pois diminuem a força coesiva que mantém as células unidas (Chitarra & Chitarra, 2005). E, diferentes enzimas atuam nas paredes celulares dos tecidos vegetais de frutas e hortaliças, tanto na fase de desenvolvimento como na fase compreendida como amadurecimento. A atuação destas enzimas promove modificações nas propriedades texturais destas matérias alimentícias, como o amaciamento dos tecidos vegetais. O aumento da atividade das hidrolases da parede celular é indicativo do amaciamento dos tecidos e do avanço no grau de maturação em frutas climatéricas (Awad, 1993).

A degradação de polímeros pécticos é uma das principais causas do processo de amaciamento (modificação da textura) dos frutos, e dois principais processos enzimáticos, ação da poligalacturonase (PG) e da pectinametilesterase (PME) ou pectinesterase (PE), estão envolvidos (Anthon et al., 2002). Estas enzimas são denominadas genericamente de pectinases ou enzimas pécticas ou enzimas pectinolíticas.

As pectinases catalisam a quebra da estrutura molecular da substância péctica até ácido péctico, bem como até ácido galacturônico, que é a menor unidade

estrutural da molécula das substâncias pécticas. Este ácido é um açúcar solúvel, ajudando na produção dos conteúdos solúveis adocicados da polpa de frutas e de outros vegetais (Chitarra & Chitarra, 2005).

A PG é um tipo de hidrolase encontrada na maioria dos frutos, e que atua de forma aleatória hidrolisando as ligações β -1,4 no interior da cadeia de pectina, liberando unidades de ácido galacturônico (Evangelista et al., 2000). Segundo Konno et al. (1983), citados por Evangelista et al. (2000), essa enzima é classificada em dois grupos com base na sua ação sobre o substrato: (I) com típico rompimento aleatório das ligações glicosídicas, chamada ENDO-PG; (II) com rompimento terminal, EXO-PG.

Na maioria dos frutos, segundo Hobson (1981), Knee e Barthey (1981), Huber (1983), citados por Bicalho et al. (2000) a atividade da PG aumenta durante o amadurecimento concomitantemente com um aumento na maciez do fruto e a solubilização de poliuronídeos da parede celular.

A PME ou PE é, também, uma enzima do grupo das hidrolases, sendo encontrada em plantas, fungos fitopatogênicos e bactérias. E, sua ação em vegetais está associada aos seguintes mecanismos:

no processo de alongamento da parede celular primária durante o crescimento das células vegetais (Assis et al., 2000);

na abscisão e senescência de frutos (Ren & Kermonde, 2000);

no amadurecimento de frutas, a PME remove grupos metila dos constituintes pécicos da parede celular, promovendo o decréscimo da adesão entre os tecidos e da sua rigidez (Assis et al., 2000);

na diferenciação celular (Ren & Kermonde, 2000);

no controle do pH entre a matriz das paredes celulares e nos espaços intercelulares (apoplasto) e do processo de expansão celular (Assis et al., 2000).

Usualmente, duas ou mais isoformas de PME com diferentes valores de pH, temperatura ótima, pontos isoelétricos e pesos moleculares, estão presentes numa mesma espécie de planta (Versteeg et al., 1980). Cada isoforma é constituída de uma única cadeia polipeptídica, com peso molecular usual na faixa de 10 a 60 KDA e ponto isoelétrico entre 7 e 11 (Assis et al., 2002).

A atividade da enzima PE ou PME é detectada, em fruta, principalmente nos primeiros estágios do amadurecimento, e está envolvida no processo de amolecimento da fruta ao longo da maturação (Castaldo et al., 1989).

A PME é a enzima que atua removendo grupos metoxílicos das substâncias pécicas e, portanto, que promove a redução de grau de metoxilação do polímero pécico, liberando metanol e íon hidrogênio. A pectina com baixo grau de metoxilação é complexada com cálcio, formando pectatos de cálcio (insolúvel) ou é então despolimerizada por hidrolases ou liases (Leite et al., 2006).

Segundo Wakabayashi (2000), a atividade da PME e da PG ao longo do amadurecimento dos frutos está relacionada com a degradação dos polissacarídeos pécicos, sendo que a atividade da PME aumenta na fase inicial do amadurecimento

produzindo a desesterificação das pectinas, as quais constituirão, então, o substrato da PG. Assim, a atividade da PG começa a aumentar na fase mais avançada do amadurecimento, indicando que esta enzima poderá ser induzida pelo substrato.

A atividade da PME deve preceder a da PG, no sentido de facilitar a atividade desta última, pela desmetilação dos poliuronídeos. A PG têm maior afinidade pelo substrato linear desmetilado (Anthon et al., 2002; Bicalho et al., 2000).

O processo de maturação de frutos sob determinada condição de armazenagem pode resultar em perda de qualidade, como a ocorrência de lanosidade em pêssago, que é um distúrbio fisiológico que resulta na perda de suculência das frutas, sem, no entanto, haver redução do teor de água (Zhou et al., 2000a). Esse distúrbio tem sido associado às alterações dos padrões normais de atividades das enzimas hidrolíticas, em especial as poligactorunases (PG) e pectina-metil-esterase (PE), sob a regulação de expansinas (EXP) (Zhou et al., 2000b; Zhou et al., 2001).

As enzimas pectinases, podem reduzir a viscosidade e aumentar o rendimento do processo de produção de sucos, são utilizadas para o processo de clarificação e também para facilitar a extração de sucos de frutas. Estas enzimas são obtidas, comercialmente, a partir de microorganismos, principalmente do *Aspergillus niger* (Uenojo, 2003).

3.4. ARMAZENAMENTO REFRIGERADO

A cultura do caqui tem se expandido nos últimos anos por ser uma cultura de fácil manejo, baixa aplicação de agrotóxicos, e boa aceitação no mercado. A área estimada de plantio para o Rio Grande do Sul (RS) está em torno de 1.000 ha. com uma produção que excede 15.000 ton (Donazzolo & Brackmann, 2002).

Porém, a concentração da colheita, aliada à falta de informações consistentes de como armazenar/transportar os frutos por via marítima para o mercado europeu, tem limitado uma maior expansão da cultura e acarretado perdas no final do processo produtivo bem como durante a comercialização do fruto. Em virtude disso, esta fruta só é encontrada no mercado por apenas 3 ou 4 meses do ano (Donazzolo & Brackmann, 2002).

Considerando que a colheita de caqui se concentra entre abril e junho, e que a política de preços de produtos produz uma elevação do preço após a safra, assim, os produtores armazenam as frutas para obterem melhores preços de comercialização. Entretanto, o prolongamento do período de armazenamento dos caquis depende do ponto de maturação, da cultivar e das condições de armazenagem. O armazenamento refrigerado (AR) pode conservar caquis cv. 'Fuyu' em condições ótimas de comercialização por até 30 dias (Rinaldi et al., 1998). O armazenamento de caquis em atmosfera modificada apresenta grande variabilidade de resultados, mas em muitos trabalhos verifica-se como período seguro de 30 a 90 dias, dependendo do tipo de embalagem, espessura e acondicionamento (Kawada, 1982; Macrae, 1987; Ben-Arie & Zutkhi, 1992; Neves, 2002).

Para o armazenamento de caqui cv. 'Fuyu', a temperatura de 0°C é a mais utilizada (Ben-Arie & Zutkhi, 1992; Turk, 1993; Brackmann et al., 1997), porém,

Brackmann e Saquet (1995) verificaram que $-0,5^{\circ}\text{C}$ apresentou melhores resultados que $0,5^{\circ}\text{C}$, sendo também recomendada por Brackmann et al. (1999).

A temperatura de refrigeração é um dos fatores mais importantes no armazenamento de caqui, pois os processos metabólicos ocorrem numa determinada faixa de temperatura ótima, podendo surgir danos fisiológicos nos frutos quando armazenados em temperaturas distantes da ótima. Mas de modo geral, as variedades de caqui não são sensíveis aos danos pelo frio, com algumas exceções, como a 'Fuyu' que apresenta uma temperatura de congelamento de aproximadamente $-2,2^{\circ}\text{C}$. Algumas pesquisas mostram o desenvolvimento de danos pelo frio quando o caqui 'Fuyu', é armazenado em 5°C , (Collins & Tisdell, 1995). A temperatura de 0°C também tem sido reportada como propensa ao surgimento deste distúrbio após seis semanas para o caqui 'Fuyu' (Woolf et al., 1997).

Para prolongar o período de conservação e de comercialização do caqui 'Fuyu', três alternativas têm sido recomendadas: armazenamento em ar refrigerado (AR) (Brackmann et al., 1997); armazenamento em atmosfera modificada (AM) (Antoniolli et al., 2003), e armazenamento em atmosfera controlada (AC) (Brackmann et al., 2003). No entanto, os melhores resultados foram obtidos pelo uso de AM (Antoniolli et al., 2003) e de AC (Brackmann et al., 2003). Em AM foi recomendado o uso de embalagens de polietileno de 0,05 a 0,06 mm de espessura e temperatura de armazenamento de 0°C (Antoniolli et al., 2003). E, em AC, foi recomendado a concentração de 8 KPA de CO_2 e de 2 KPA de O_2 , na temperatura de $-0,5^{\circ}\text{C}$ a 0°C (Brackmann & Saquet, 1995).

Por se tratar de uma fruta sensível ao etileno, a redução da produção e/ou da ação deste hormônio pode prolongar a vida de prateleira dessa fruta (Sisler, 1991). Os benefícios dessa ação podem ser obtidos com o uso de AR, AM e AC, associados ou não a adsorvedores de etileno (Neves et al., 2003). A síntese da molécula de 1-metilciclopropeno (1-MCP), que é um potente inibidor da ação do etileno, tem sido uma nova alternativa para prolongar o armazenamento de frutos (Corrent, 2003). Portanto o emprego desse inibidor pode prolongar o período seguro de armazenamento, tanto em temperatura ambiente quanto em AR e AM.

3.5. *DISTÚRBIO PELO FRIO (CHILLING INJURY)*

A vida útil de muitos frutos e hortaliças pode ser prolongada com a armazenagem a baixas temperaturas. Entretanto, frutos tropicais e subtropicais são geralmente sensíveis à disfunção fisiológica denominada "chilling injury" ou dano pelo frio quando mantidos a temperaturas abaixo de certo limite crítico e acima da temperatura de congelamento, resultando em perdas quantitativas e qualitativas pós-colheita (Wang, 1994).

O controle do amadurecimento de um fruto a baixas temperaturas exige o conhecimento dos processos metabólicos característicos deste na época da colheita, bem como das respostas indesejáveis quando o fruto é armazenado em temperaturas críticas, suscetíveis ao dano por frio (Muñoz et al., 2001) que resultam em alterações das características físicas e físico-químicas. Além da temperatura, o

tempo de exposição é determinante no desenvolvimento de injúrias por frio (Wang, 1994).

A incidência de injúria por frio provoca o enfraquecimento dos tecidos, tornando-os incapazes de desenvolver normalmente os processos metabólicos, o que é geralmente atribuído à alteração da permeabilidade da membrana lipídica (Nishiba & Murata, 1996; Lyons, 1973). Os sintomas associados com a ocorrência de dano pelo frio usualmente tornam-se aparentes somente após a transferência do produto para temperaturas mais elevadas (Levitt, 1980; Wang, 1994). No entanto, os tipos, graus e suscetibilidade desses sintomas são variáveis entre tecidos e espécies (Mangrich & Saltveit, 2000).

Embora exista um grande número de variáveis que podem afetar a severidade e a intensidade da injúria pelo frio, geralmente os sintomas são similares. A injúria pode afetar a parte estrutural dos frutos, como, por exemplo, os cloroplastos e a mitocôndria. Estas organelas podem sofrer desorganização, dilatação dos tilacóides, formação de pequenas vesículas no cloroplasto e acúmulo de gotículas de lipídios no cloroplasto (Jagels, 1970). As primeiras manifestações da injúria ao frio são notadas pelo aumento de tamanho do cloroplasto e a desordem causada nos tilacóides. Prolongados períodos sob temperaturas que causam a injúria, levam ao acúmulo de gotículas de lipídios e ao escurecimento no estroma, além da desintegração da membrana que envolve o cloroplasto. Pode, também, ocorrer mistura do conteúdo do estroma com o citoplasma e diminuição do conteúdo de amido (Jagels, 1970).

Os sintomas de dano por frio mais comumente reportado para frutos são: inibição no desenvolvimento e/ou modificação das cores externa e interna dos tecidos, manchas escuras aprofundadas na casca, exsudação da polpa, amadurecimento irregular ou inibição do amadurecimento, aceleração da senescência, modificação na textura e no sabor, aumento da incidência da infestação microbiana e aumento da taxa de deterioração (Morris, 1982; Wang, 1994; Hong et al., 2000; Muñoz et al., 2001).

O desenvolvimento dos sintomas da injúria pelo frio é mais severo em produtos sensíveis à temperatura de refrigeração. A sua manifestação está relacionada com o tempo e a temperatura de exposição dos frutos (Couey, 1982).

Os sintomas mais comuns da injúria pelo frio, em frutos de mamoeiro, foram o escurecimento e o afundamento de pequenas áreas da casca. Além disso, o amadurecimento dos frutos foi retardado, e os mesmos apresentaram uma coloração manchada (Couey, 1982). E, em pêssegos, os sintomas provocados pela injúria ao frio foram caracterizados pela textura gelatinosa, aspecto vítreo da polpa e uma coloração de avermelhada para negra na casca dos frutos (Fernandez-Trujillo et al., 1998).

A temperatura ideal de armazenamento, aquela que potencialmente prolongue a conservação pós-colheita sem promover danos fisiológicos nos frutos, é muito variável (Nishiba & Murata, 1996). E, a cultivar e estágio de maturação são fatores que também interferem nesta variação (Autio & Bramlage, 1986).

O uso da temperatura de refrigeração diminui as taxas dos processos metabólicos de ocorrência nos frutos. Porém, frutos tropicais e subtropicais quando

armazenados em temperaturas abaixo de sua temperatura crítica pode resultar em desordens fisiológicas severas. Tasneem (2004), trabalhando com mangas (*Mangifera indica*. L.), determinou ser esta fruta suscetível à injúria por frio quando armazenada abaixo de 12°C, e explica que a causa preliminar da injúria por frio são os danos causados nas membranas da casca, os quais iniciam uma reação secundária. O autor comentou ainda que, em mangas o problema está relacionado com o tempo de armazenagem e a temperatura abaixo de 10°C. Os sintomas incluem manchas cinzentas, descoloração e pontuações na casca, maturação desigual, e a redução no nível de carotenóides, aroma e sabor durante a maturação (Abou-aziz et al., 1975; Hatton et al., 1965; Thomas & Oke, 1983; Wardlaw & Leonard, 1936).

Segundo MacRae (1987), e Martins et al. (2004) o que mais limita o armazenamento de caquis é a ocorrência de distúrbios fisiológicos provocados pelo frio (chilling injury), sendo os sintomas a gelatinização da polpa e diminuição da suculência, mas sem perda excessiva da firmeza de polpa. Além de dificultar o manuseio, transporte e comercialização, a diminuição da firmeza é um dos principais atributos de perda da qualidade avaliados pelo consumidor (Mitcham et al., 1998).

Para Benato et al., 2005, os sintomas externos de danos pelo frio em caqui armazenados por longo período sob baixas temperaturas são freqüentemente ausentes, sendo expressos pela formação de gel na polpa que pode evoluir para a transparência da casca, não necessariamente acompanhada por amolecimento, mas que tornam a fruta não comercializável. A geleificação da polpa está associada a uma rápida solubilização de substâncias pécticas que são mais viscosas do que àquelas solubilizadas durante o processo normal de amadurecimento. A

suscetibilidade ao *chilling injury* depende da variedade e do estágio de maturação dos frutos (Cia, 2002).

Segundo Harker, (1997) o caqui cv. 'Fuyu' pode desenvolver injúria por frio quando armazenado nas temperaturas $<15^{\circ}\text{C}$ (Beede, 1983; Kader, 1996). Este dano pode ser aliviado pelo armazenamento abaixo em 0°C sob atmosfera modificada (MacRae, 1987). A injúria por frio é expressa inicialmente na forma de um gel que forma-se na polpa, e então mais tarde passa a escurecer a fruta e a casca, formando uma camada gelatinosa característica (MacRae, 1987).

O uso de atmosfera controlada em armazenamento de frutos promove o acúmulo de CO_2 , diminuindo os sintomas de injúria (O'Hare & Prasad, 1993). A atividade da peroxidase, invertase e celulase na casca da fruta aumentam, e a atividade da amilase diminui durante o desenvolvimento do sintoma de injúria por frio. Os danos produzidos por congelamento são diferentes dos produzidos por injúria por frio. Enquanto que no congelamento ocorre a formação de cristais de gelo, que causam danos físicos às células, a injúria por frio danifica inicialmente a epiderme da casca e, então, uma série de reações secundárias são iniciadas, que inclui a produção de etileno, o acúmulo de compostos tóxicos, redução da fotossíntese, aumento da respiração e alterações das estruturas celulares. Estes sintomas, não são somente devido à injúria por frio, mas também dependem da maturidade das frutas colhidas, da duração da exposição dos produtos às temperaturas baixas, bem como do uso ou não de embalagens protetoras nas frutas quando forem armazenadas em temperaturas abaixo da crítica (Medlicott et al., 1990).

Para manter a qualidade do caqui por longo período após a colheita é recomendado o manuseio rápido, evitar danos, proceder a sanitização dos utensílios, caixas, equipamentos e câmaras, fazer a seleção, padronização e classificação do produto, optar por um bom método de destanização (no caso de variedades adstringentes), usar a cadeia do frio, cuja temperatura indicada está entre 0-1°C e 90-95% UR, além de embalagem e transporte adequados (Benato, 2005).

O desenvolvimento dos sintomas da injúria pelo frio é mais severo em produtos sensíveis ao abaixamento de temperatura. A sua manifestação está relacionada com o tempo e a temperatura de exposição dos frutos (Couey, 1982). Os sintomas podem ser vários, como as lesões de superfície (escurecimento, áreas afundadas, despigmentação), exsudação da polpa, inibição do amadurecimento, aceleração da senescência, aumento, suscetibilidade à contaminação (Morris, 1982). Em pêssegos, os sintomas provocados pela injúria ao frio foram caracterizados pela textura gelatinosa, aspecto vítreo da polpa e uma coloração de avermelhada para negra na casca dos frutos (Fernandez-Trujillo et al., 1998).

3.6. USO DO PROMALIN® EM FRUTOS

Segundo a ANVISA, a promalina, comercializada como Promalin® é um regulador de crescimento vegetal e de maturação vegetal, de ocorrência natural na planta.

A promalina é um fitorregulador formado pela mistura de dois fitorreguladores naturais, a citocinina 6BA (Benziladenina) e as giberelinas GA4 e GA7, com o objetivo de promover aumento na divisão celular e um alongamento das células, gerando frutos maiores e maior produção por planta (Valent Biosciences, 2007). Vários usos são atribuídos à promalina, como: favorecer o crescimento de novos ramos laterais em pereiras velhas (Keever et al., 1993), aumentarem o tamanho do pedicelo do fruto em macieira (Privé et al., 1989; Elfving, 2006; Dabul & Ayub, 2005), desenvolver ramos em plantas novas de macieira, e melhoria do peso médio e comprimento em frutos de caqui (Fauate et al., 2007). Além destes, são atribuídos à melhoria do formato do fruto de maçã, aumentar a relação comprimento/diâmetro, o comprimento do cálice e do formato dos lóbulos do cálice, o teor de sólidos solúveis, proteínas solúveis, o conteúdo de antocianinas e promover um decréscimo de acidez no fruto (Jindal et al., 2002). A aplicação da Promalina pode melhorar o formato do fruto em regiões de clima mais quente (Westwood, 1982). E, Greene (1993) afirma que tanto o CCPU, thidiazuron e a Promalina aumentam a relação comprimento/diâmetro e o peso de maçãs 'Red Delicious'. A Promalina melhora a qualidade da maçã, no que se refere ao formato do fruto, tamanho e redução da incidência de "russeting" (camada de cortiça formada nas células da epiderme) (Petri, 2003).

O aumento no tamanho dos frutos é consequência da promoção da divisão e da expansão celular (Looney, 1996) e do aumento do comprimento deles (Burak & Buyukyilmaz, 1997). O mecanismo de ação na redução do "russeting" está relacionado ao controle do alongamento das células da epiderme, tornando-as mais resistentes a rachaduras (Eccher, 1978). As giberelinas não só aumentam o

tamanho das células em maçãs, mas também a plasticidade da cutícula em 25%. Em regiões de clima ameno, o uso de fitorregulador pode corrigir este problema, evitando a rachadura do fruto (Looney, 1996).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. PROCEDÊNCIA DOS FRUTOS

Os frutos de caquizeiro (*Diospyrus kaki* L.) cultivar 'Fuyu' foram obtidos do pomar comercial, em plena produção, 7 anos, de propriedade da Agropecuária Boutin, instalado no município de Porto Amazonas, Paraná, na safra de 2005/2006. As práticas de propagação, preparo de solo, adubação, irrigação, tratos culturais e controle fitossanitário foram conduzidas conforme padrão comercial para a cultura na região.

Uma amostra de plantas de caqui recebeu a aplicação de promalina, realizada em plena floração, com temperatura média 20°C, na dose de 2,5 L.ha⁻¹, aplicada através de pulverizador costal com bico leque 11004, e outra amostra de plantas não recebeu esse produto.

4.2. EXPERIMENTOS DE ARMAZENAMENTO

Os frutos de caqui 'Fuyu' colhidos que não receberam o produto Promalin® foram divididos aleatoriamente em dois grupos, o primeiro foi armazenado em temperatura ambiente (cerca de 20 a 26°C) e outro grupo de frutos, foi armazenado na temperatura de 4°C (câmara fria).

E, os frutos que foram tratados com o Promalin® também foram divididos aleatoriamente em dois grupos, e armazenados nas mesmas condições, um grupo em temperatura ambiente (cerca de 20 a 26°C) e outro na refrigeração de 4°C (câmara fria).

Os frutos foram acondicionados com o cálice para baixo, dentro células individualizadas, em bandeja plástica, a qual foi alocada no fundo de caixa de papelão, padrão de armazenagem de 12 frutos por caixa. Desse total, 6 caixas foram armazenadas em câmara fria (da Agropecuária Boutin) e 12 caixas foram transportadas até o Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Ponta Grossa, em Ponta Grossa, Paraná, onde foram deixados à temperatura ambiente.

Na câmara fria, os frutos foram armazenados em mesmo ambiente dos frutos destinados, em rotina, para a comercialização, tanto os que receberam a aplicação do produto Promalin®, quanto os que não receberam a aplicação desse produto.

As avaliações dos frutos armazenados à temperatura ambiente foram projetadas para ocorrerem a cada quatro dias e as dos frutos armazenados em câmara fria para cada dezesseis dias.

Os tratamentos foram caracterizados por:

Frutos de caqui tratados com Promalin® e permaneceram armazenados em temperatura ambiente por tempos 0, 4, 8, 12 e 16 dias;

Frutos de caqui sem adição de Promalin® e permaneceram armazenados em temperatura ambiente por tempos 0, 4, 8, 12 e 16 dias;

Frutos de caqui tratados com Promalin® e permaneceram armazenados em câmara fria (4°C) por tempos de 0, 16, 32, 48 dias;

Frutos de caqui sem adição de Promalin® e permaneceram armazenados em câmara fria (4°C) por tempos de 0, 16, 32, 48 dias.

4.3. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE FRUTOS ARMAZENADOS

4.3.1 Preparo da Amostra

A amostra de trabalho foi constituída de 3 frutos íntegros de caqui 'Fuyu'. Os frutos foram centrifugados em centrífuga doméstica, o resultado desta ação constituiu a amostra do fruto, o qual serviu para as demais análises.

4.3.2 Massa de matéria fresca do fruto

Obtida por pesagem em balança digital, sendo o resultado expresso em gramas (g).

4.3.3 Diâmetro e Comprimento do fruto

Obtidos com a utilização de um paquímetro, com o resultado expresso em milímetros(mm).

4.3.4 Volume do fruto

Os frutos componentes da amostra foram colocados em proveta de 2.000 mL, e foi adicionado água até a capacidade de máxima. Após foram retirados os frutos e anotada a leitura da água, por diferença se obtém o volume da amostra, e pela média aritmética se obtém o volume do fruto.

4.3.5 Determinação da Firmeza do Fruto

Determinada com auxílio de um penetrômetro marca Fruit Pressure Tester, modelo FT 327, com ponteira de 8 mm de diâmetro. As medidas foram realizadas com remoção de pequena porção da casca na região equatorial do fruto. Os valores foram expressos em quilogramas, convertidos para Newtons (N) multiplicados pelo fator 9,087. Valores mais altos correspondem a frutos mais firmes, portanto a diminuição desses valores durante o armazenamento é uma indicação de que o fruto está perdendo sua firmeza.

4.3.6 Atividade da Enzima Poligalacturonase

A amostra do fruto foi diluída a 5%, em água, constituindo no extrato enzimático.

A atividade da poligalacturonase foi determinada pela formação de açúcares redutores medidos pelo método DNS (solução de 3,5 dinitrosalicilato) (Miller, 1959). O meio de reação constou de 1 mL de pectina comercial 5 mg/mL em tampão acetato de sódio 0,1 M pH 5 e 0,5 mL do extrato enzimático, sendo a mistura incubada a 30°C por 15 minutos. Para cada análise, feita em triplicata, foi realizado

um controle com o substrato sem a enzima. Uma unidade de poligalacturonase foi definida como a quantidade de enzima que libera 1 μg de açúcar redutor. $\text{mL}^{-1}.\text{min}^{-1}$.

4.3.7 Sólidos Solúveis Totais

Determinado em amostra do fruto por leitura em refratômetro manual modelo 103 BP, expresso em °Brix, e com valor corrigido para 20°C, segundo Carvalho et al. (1990).

4.3.8 Acidez Total Titulável

Determinada por titulação de 10 g de amostra e 90 mL de água, sob agitação por 2 minutos para a homogeneização da mistura, com solução 0,1N de NaOH, segundo Carvalho et al. (1990), e expressa em porcentagem de ácido málico, por se tratar do ácido predominante nesse fruto, segundo Moura (1995) e Senter et al. (1991).

4.3.9 pH da polpa do fruto

Determinado através da leitura direta em medidor de pH, marca Fischer Scientific, Modelo AB 15, utilizando amostra do fruto.

4.3.10 Determinação de Compostos Fenólicos Totais

A extração dos compostos fenólicos totais, foi realizada conforme método colorimétrico descrito por Singleton et al. (1999) e Association of Official Analytical

Chemists (1970). Utilizando 0,1 ml da solução de caqui (0,5 mL da amostra dissolvida em 9,5 mL de água), e adicionados 8,4 mL de água destilada. Em continuidade procedeu-se a técnica de fenóis totais fazendo a amostra reagir com o reativo de Folin-Ciocalteu (0,5 ml), e com solução saturada de carbonato de sódio, 20%, para posterior medição em espectrofotômetro a 720 nanômetros. Os resultados foram expressos em mg.L^{-1} de compostos fenólicos totais.

As análises foram realizadas em triplicata.

4.3.11 Atividade da Enzima Polifenoloxidase

Foi utilizada a técnica de caracterização de polifenoloxidase utilizada por Sataque e Wosiacki (1987) em maçã, a qual foi adaptada para o caqui 'Fuyu'.

À amostra foi adicionada acetona fria, (-10°C), na proporção de 1/ 1,5 (polpa/acetona), e as misturas foram armazenadas por 25 minutos em geladeira. Decorrido o tempo, foram centrifugadas a 3.000g por 8 minutos a 10°C e a acetona foi desprezada. O rendimento foi transferido para vidro de relógio para evaporação da acetona e secagem, consistindo no pó cetônico que foi dissolvido em solução tampão fosfato 0,05 M pH 6, na proporção de 1:100, obtendo assim o extrato enzimático.

Para a determinação da atividade de PFO, foi adicionado 0,5 mL de extrato enzimático à 1,0 mL de solução catecol 0,2% em tampão fosfato 0,05 M pH 6,0. Decorridos 15 segundos de reação o aumento da absorbância a 420 nm foi monitorado durante 5 minutos de reação, contra o branco em espectrofotômetro

Beckman Modelo DU 70. O tubo branco foi de 1,5 mL de catecol 0,2% em tampão fosfato 0,05 M, pH 6,0.

A unidade de atividade da enzimática foi calculada como a quantidade de enzima que promove o aumento de 0,001 unidades de absorbância por minuto por mL de amostra (Harper, 1973; Lupetti, 2003).

4.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento estatístico empregado para o experimento constituído por quatro tratamentos em que os frutos, com e sem Promalin®, permaneceram armazenados em temperatura ambiente por quatro tempos diferentes, foi o DIC, Delineamento Inteiramente Casualizado.

Cada tratamento foi constituído por quatro repetições e três frutos por repetição. Os resultados observados para cada variável foram submetidos à análise de variância e, quando significativo, comparados pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para a descrição das variáveis em função dos períodos de armazenagem, foram feitas análises de regressão estatística (linear, polinomial, exponencial) de cada variável (parâmetro avaliado) em função do tempo, definido o modelo mais representativo e calculado o coeficiente de determinação (R^2), como indicador de quanto esse modelo estava representando os dados experimentais.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os frutos de caqui cv. 'Fuyu', tratados no pomar com Promalin® ou não tratados e, a seguir, armazenados à temperatura ambiente (cerca de 20-26°C) ou sob refrigeração (4°C), foram monitorados e os resultados estão apresentados nas Figuras de 2 a 16 e nas Tabelas de 1 a 15.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DO FRUTO

Os frutos de caqui 'Fuyu', utilizados neste trabalho foram caracterizados como frutos bons para consumo, frutos sem rachaduras, firmes e de cor uniforme (tabela 1).

Tabela 1. Caracterização do fruto caqui 'Fuyu'.

<i>Característica</i>	
Massa (g)	235,80
Diâmetro (mm)	558
Comprimento (mm)	828
Volume (ml)	250,00
Firmeza (N)	64,10
Sólidos solúveis (°Brix)	13,90
Acidez total titulável (%) ¹	1,03
Ph	6,28

¹ em ácido málico

O caqui 'Fuyu', quando maturado, adquire uma coloração amarelada no início e laranja intenso em estágio mais avançado (Matos & Souza, 2004). A polpa não adstringente apresenta coloração vermelho-alaranjada, segundo Fagundes (2004) e Sulunkhe and Desai (1986).

Segundo Fagundes (2004), citando Fonseca (1973), o caqui é classificado como um fruto de baixa acidez, apresentando uma acidez total titulável, em ácido málico, em torno de 0,16 a 0,23%, pH entre 5,61- 6,22, e valores de sólidos solúveis entre 9 e 21° Brix determinados por Ito (1971).

5.2. FIRMEZA DO FRUTO E ATIVIDADE DA POLIGALACTURONASE

Nos frutos armazenados à temperatura ambiente houve perda de firmeza para ambos os tratamentos, Sem Promalin Temperatura Ambiente (SPTA) e Com Promalin Temperatura Ambiente (CPTA), a partir do dia 8, sendo que o tratamento SPTA apresentou firmeza aceitável para consumo até o dia 16, mas, o tratamento CPTA perdeu totalmente a firmeza a partir do dia 12 de armazenagem (Figura 2 e Tabela 2).

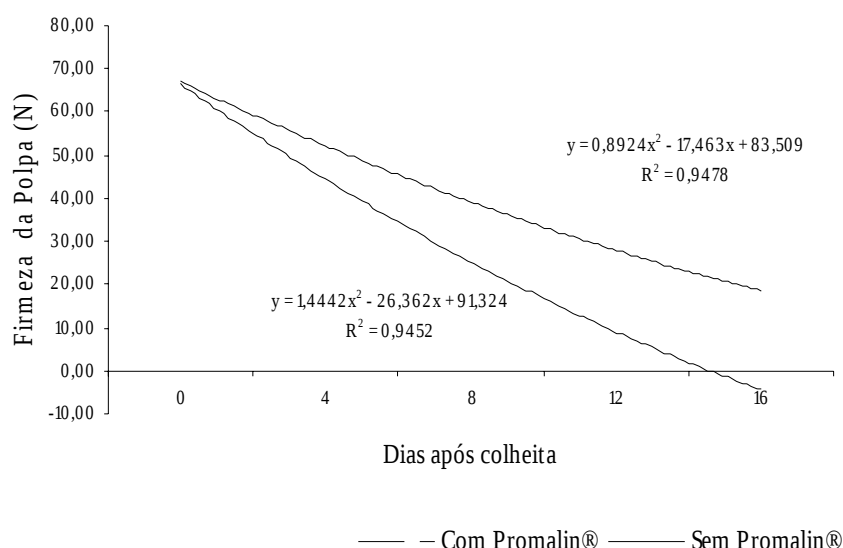


Figura 2. Firmeza (em N) da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em temperatura ambiente, sem e com Promalin®.

Tabela 2. Firmeza (em N) da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em temperatura ambiente, sem e com Promalin®.

<i>Tratamento</i>	<i>Tempo de armazenagem (dias)</i>				
	<i>0</i>	<i>4</i>	<i>8</i>	<i>12</i>	<i>16</i>
<i>Sem Promalin®</i>	64,1 a	59,3 a	35,0 ab	26,4 bA	20,0 bA
<i>Com Promalin®</i>	62,2 a	52,5 a	26,0 b	0,0 cB	0,0 cB

*médias seguidas da mesma letra minúscula em linhas e maiúscula em colunas não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Os frutos dos tratamentos SPTA e CPTA apresentaram diferença, entre si, significativa nos dias 12 e 16 (Tabela 2). Nesses dias, os frutos do tratamento SPTA tiveram valores de firmeza iguais a, respectivamente, 26,4 N e 20,0 N, enquanto que, os frutos do tratamento CPTA já não mais apresentaram firmeza de polpa a partir do dia 12. Com isso, podemos inferir que o tratamento CPTA, não conseguiu promover a manutenção da textura em níveis apropriados para consumo.

Os resultados obtidos para a enzima poligalacturonase (PG), Figura 3 e Tabela 3, mostram que nos frutos do tratamento SPTA, sem Promalin® e armazenados à temperatura ambiente, ocorreu diminuição de atividade da PG no 16º dia, sendo que não houve diferença significativa para os tempos de 4, 8, 12 dias e o controle. Nos frutos do tratamento CPTA, com Promalin® e também armazenados à temperatura ambiente, a atividade da PG atingiu um máximo no dia 12, e se manteve até o dia 16, resultados estes de aumento da atividade que foram coincidentes com a perda de firmeza (Figura 2) dos frutos, a qual foi igual a zero no dia 16.

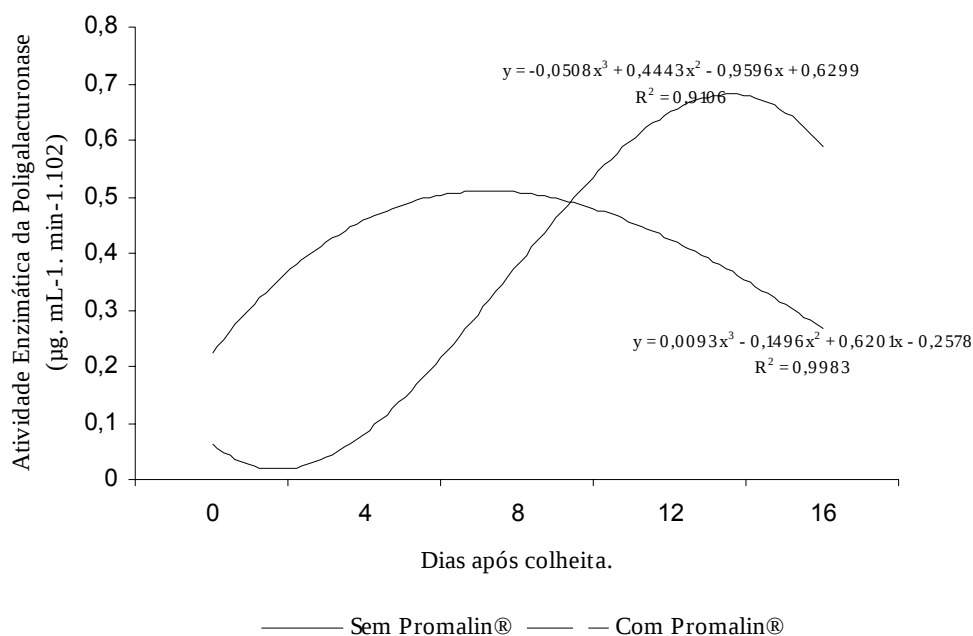


Figura 3. Atividade da enzima poligalacturonase (µg. mL⁻¹. min⁻¹.10in²) da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em temperatura ambiente, sem e com Promalin®.

Tabela 3. Atividade* da enzima poligalacturonase (µg. mL⁻¹. min⁻¹.10in²) da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em temperatura ambiente, sem e com Promalin®.

Tratamento	Tempo de armazenagem (dias)				
	0	4	8	12	16
Sem Promalin®	0,2258 ab	0,4235 ab	0,5295 a	0,4300 abB	0,0850 bB
Com Promalin®	0,0430 c	0,1636 bc	0,2548 bc	0,7308 aA	0,5679 abA

*médias seguidas da mesma letra minúscula em linhas e maiúscula em colunas não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Entre os tratamentos SPTA e CPTA houve diferenças significativas nos dias 12 e 16 do armazenamento (Figura 3 e Tabela 3), sendo que no tratamento CPTA a atividade da PG foi comparativamente maior.

O armazenamento em câmara fria manteve a característica de firmeza dos frutos em boas condições ao consumo por mais tempo, além do dia 16 (Figura 4 e Tabela 4), tanto para o tratamento Com Promalin® Armazenado em Câmara Fria (CPCF), como para o tratamento Sem Promalin® Armazenado em Câmara Fria (SPCF). Mas, ambos os tratamentos não chegaram a atingir o dia 32, tempo em que as firmezas foram de apenas 15,0 N e 0,2 N, respectivamente.

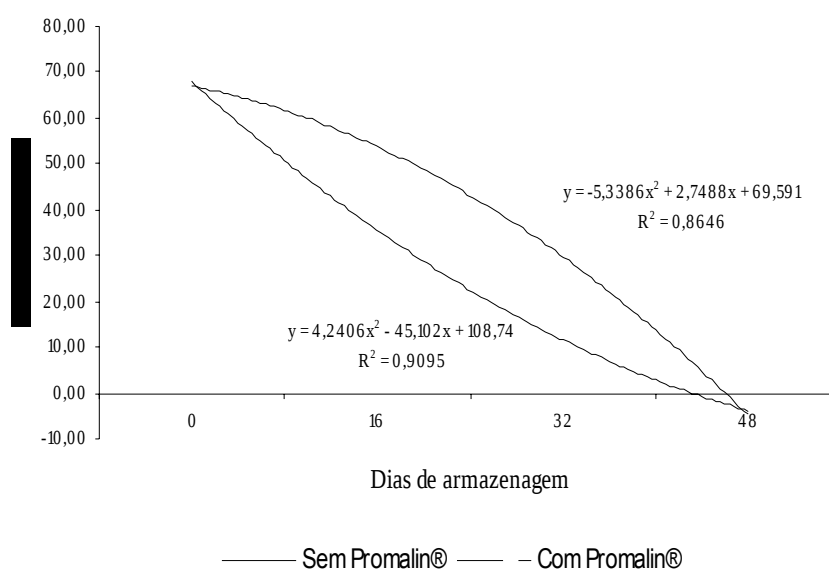


Figura 4. Firmeza (em N) da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em câmara fria, sem e com Promalin®.

Tabela 4. Firmeza (em N) da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em câmara fria (4°C), sem e com Promalin®.

<i>Tratamento</i>	<i>Tempo de armazenagem (dias)</i>			
	<i>0</i>	<i>16</i>	<i>32</i>	<i>48</i>
<i>Sem Promalin®</i>	64,0 aA	47,0 aB	0,2 bA	0,0 bA
<i>Com Promalin®</i>	62,0 aA	68,0 aA	15,0 Ba	0,0 bA

*médias seguidas da mesma letra minúscula em linhas e maiúscula em colunas não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

No dia 16, os frutos de ambos os tratamentos em câmara fria, SPCF e CPCF, apresentaram melhores firmezas iguais a 47,0 N e 68,0 N, comparadas respectivamente com as dos frutos armazenados à temperatura ambiente, que foram iguais a 20,0 N (SPTA) e 0,0 N (CPTA).

Em câmara fria, a atividade da PG (Figura 5) em função do tempo de armazenagem é explicada por um polinômio de 2º grau, tanto para SPCF como para CPCF, sendo a atividade um pouco menor para os frutos com Promalin®. Segundo o valor de R^2 , este modelo explica 77,26% e 75,77% dos dados obtidos experimentalmente nos tratamentos SPCF e CPCF, respectivamente.

Com base nos dados da Tabela 5 pode ser inferido, aparentemente, que a refrigeração produziu alguma inibição na atividade da enzima PG.

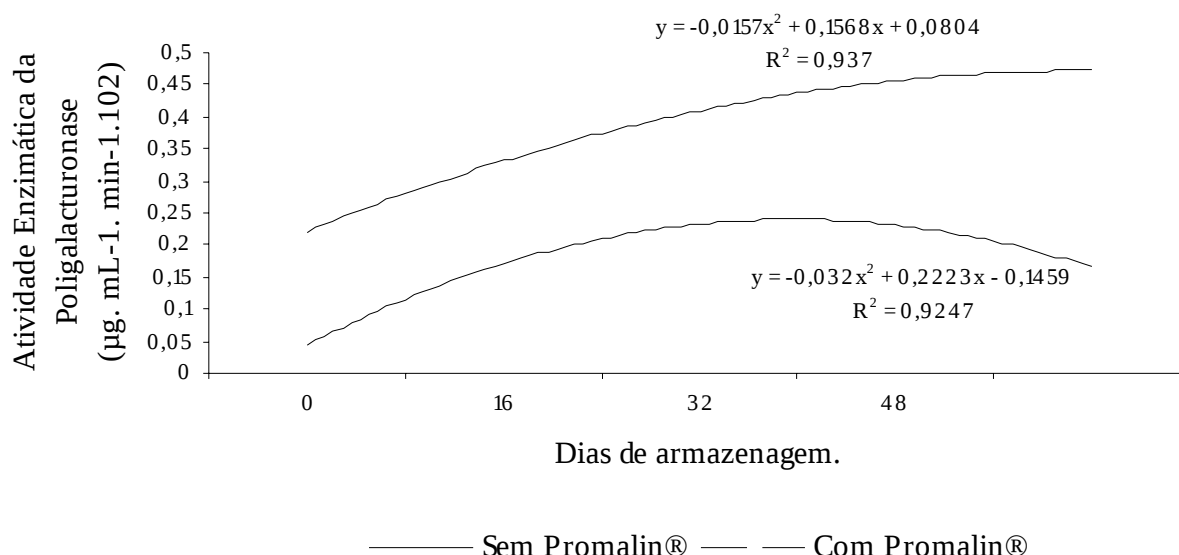


Figura 5. Atividade* da enzima poligalacturonase ($\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \cdot 10^2$) da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em câmara fria (4°C), sem e com Promalin®.

Tabela 5. Atividade* da enzima poligalacturonase ($\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \cdot 10^2$) da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em câmara fria (4 °C), sem e com Promalin®.

Tratamento	Tempo de armazenagem (dias)			
	0	16	32	48
Sem Promalin®	0,21 aA	0,36 abA	0,34 abA	0,46 aA
Com Promalin®	0,04 bB	0,24 aB	0,19 abB	0,24 Ab

*médias seguidas da mesma letra minúscula em linhas e maiúscula em colunas não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

O amaciamento dos frutos que ocorre naturalmente durante o processo de seu amadurecimento é atribuído, principalmente, às enzimas pectinases, e a poligalacturonase (PG) e pectinesterase (PE). A PG faz a hidrólise das ligações

glicosídicas que unem unidades de ácidos galacturônicos constituintes das substâncias pécticas e a PE remove grupos metílicos dessas substâncias. (Pressey & Avants, 1982; Huber, 1983).

Segundo Kader (1992), durante o processo natural da maturação de frutos, as enzimas pécticas (PG e PE) fazem a hidrólise das substâncias pécticas, transformando as protopectinas, que são constituintes insolúveis característicos da parede celular de frutos em estágio verde, em ácidos pectínicos, compostos contendo ácido poligalacturônico coloidal com poucos grupos metil éster (Sakai et al., 1993; Whitaker, 1994), e ácidos pécticos, designação dada a substâncias pécticas compostas de ácido poligalacturônico coloidal (Kashyap et al., 2000; Sakai et al., 1993), onde os grupos carboxilas estão essencialmente livres de grupos metil éster (Kashyap et al., 2000; Sakai et al., 1993; Whitaker, 1994) e seus sais são pectatos neutros ou ácidos (Maiorano, 1990), bem como produzindo ácidos galacturônicos, os quais por serem solúveis se hidratam utilizando a água livre presente na polpa, deixando os frutos com aspecto mais viscoso e textura suave.

A baixa temperatura da câmara fria, como esperado, retardou a perda de firmeza (Figura 4 e Tabela 4) dos frutos do tratamento SPCF. E, o Promalin® contribuiu para a melhoria da firmeza desses frutos armazenados, em igual tempo, na câmara fria.

No entanto, Promalin® não produziu o mesmo efeito em frutos sob o tratamento CPTA (Figura 2 e Tabela 2). Contrastando com a armazenagem em câmara fria (Figura 4 e Tabela 4), ocorreu uma redução brusca da firmeza de frutos armazenados à temperatura ambiente a partir do dia 8 apenas para o tratamento

CPTA, o que pode ser explicada pelo rápido estabelecimento do processo de senescência nesses frutos.

A diminuição de firmeza, uma transformação de ocorrência natural em frutos foi também determinada por Costa (1991) para caqui da cv. Taubaté, bem como para outros frutos como figos cv. Roxa (Bianchi et al., 1998) e pêras cv. Packham's Triump (Seibert et al., 2000).

Segundo Mitcham et al. (1998), frutos *in natura* considerados bons ao consumo devem apresentar valores de firmeza de polpa entre 20 e 60 N. E, para a comercialização do caqui cv. 'Fuyu', Crisosto (2003) considera o valor mínimo de firmeza de até aproximadamente 22,2 N (ponteira de 8 mm). Assim, considerando tais parâmetros, os frutos armazenados à temperatura ambiente mantiveram firmeza adequada ao consumo por 16 e 8 dias (Figura 2 e Tabela 2), respectivamente para os tratamentos SPTA e CPTA. E, a câmara fria (Figura 4 e Tabela 4) manteve a boa firmeza dos frutos por mais tempo, entre 16 e 32 dias respectivamente para ambos os tratamentos, SPCF e CPCF.

Com base nos dados da Figura 3 e Tabela 3 determinados para a atividade da PG bem como da Figura 2 e Tabela 2 para a firmeza, pode ser inferido que o produto Promalin® aplicado durante o cultivo (no pomar), por estimular a atividade da PG em frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados à temperatura ambiente (20-30°C), antecipou a perda de firmeza desses frutos, resultando em menos tempo de armazenagem/comercialização. Assim, o uso do Promalin® contribuiu para a solubilização da enzima PG nesses frutos, favorecendo sua liberação a partir das unidades de armazenamento (vacúolos), e, por conseguinte, sua atividade.

Relacionando os resultados de firmeza com os de atividade da PG, pode ser verificado que, para o tempo de armazenagem em câmara fria houve alta correlação, com $R = 0,937$ para frutos SPCF (Figura 6) e $R = 0,9247$ para frutos CPCF (Figura 7), entre a perda de firmeza do fruto e o aumento da atividade da PG. Isto significa que, durante a armazenagem em câmara fria a perda da firmeza ou amaciamento do fruto é altamente dependente da atividade da PG, assim, quanto maior a atividade da PG mais macio (menos firme) o fruto se apresenta.

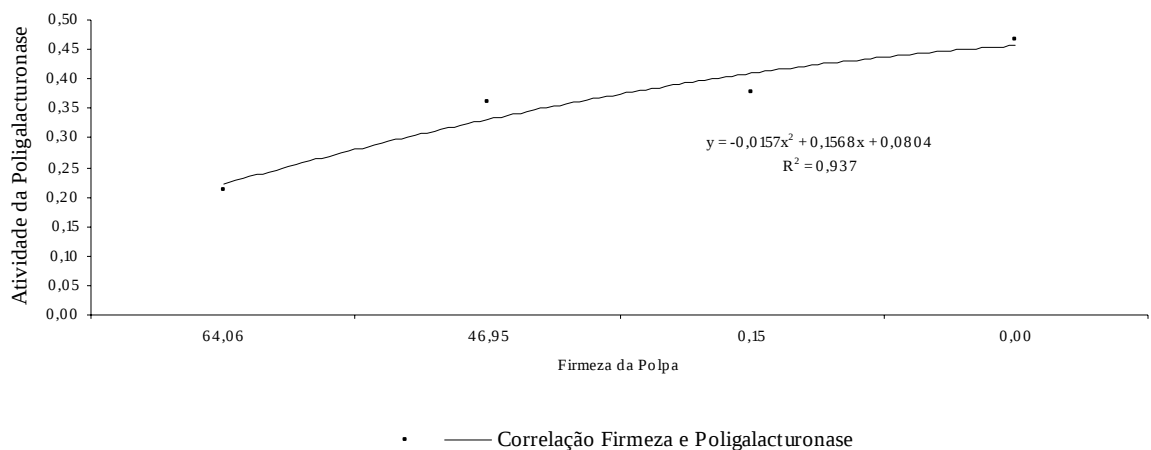


Figura 6. Correlação entre a atividade da poligalacturonase (PG) e a firmeza da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em câmara fria (4 °C), sem Promalin®.

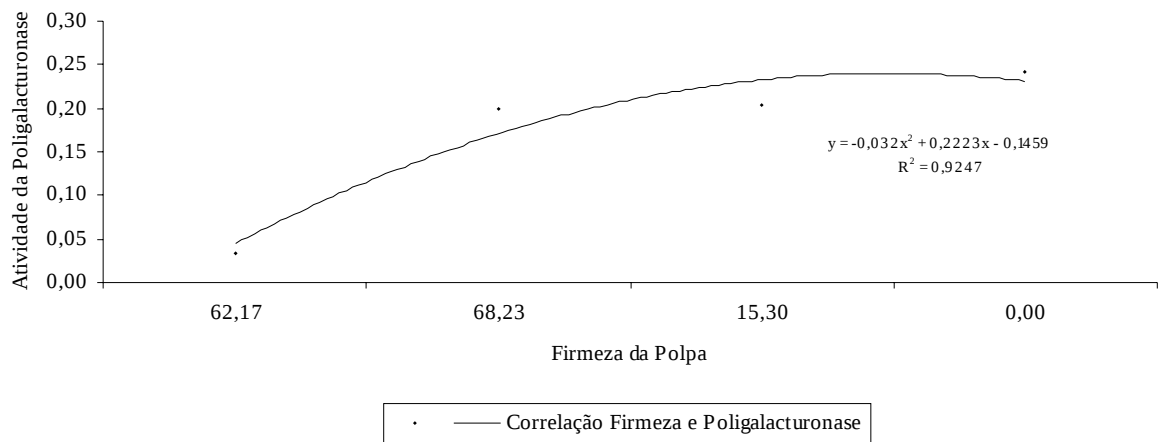


Figura 7. Correlação entre a atividade da poligalacturonase (PG) e a firmeza da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em câmara fria (4°C), com Promalin®.

Resende et al, 1997, em pesquisas com a atividade da PG em tomate confirmou a importância da ação da PG no amaciamento de frutos.

A função da PE (Cheftel & Cheftel, 1992), no processo de amaciamento de frutos é desmetilar o C₆ de cada unidade de ácido galacturônico da substância pectica, possibilitando o reconhecimento pela PG. Portanto, a atividade da PME deve preceder à atividade da PG, no sentido de facilitar a atividade desta última (Pressey & Avantis, 1982; Huber, 1983; Jen & Robinson, 1984). De acordo com os autores, a PG teria maior afinidade pelo substrato linear, desesterificado, após a atuação da PME.

Em muitos frutos, como pêssgo, pêra, abacate, tomate, dentre outros, o amolecimento tem sido atribuído ao aumento da atividade da PG, que foi acompanhado de um aumento das pectinas solúveis (Brett & Waldron, 1990).

Semelhante comportamento foi observado por Cuttillas-Iturralde et al. (1993) em caqui, cujo amaciamento ocorrido durante o desenvolvimento do fruto foi atribuído à ação de hidrolases na parede celular. As enzimas que degradam as pectinas na parede celular têm recebido muita atenção como agentes causais em potencial do amaciamento de fruto durante o seu amadurecimento. A solubilização de poliuronídeos é geralmente atribuída à ação de endopoligalacturonase, que aparece em muitas espécies de frutos próximo ao início do amadurecimento.

5.3. SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS

O comportamento dos frutos de caqui 'Fuyu', em relação à variável Sólidos Solúveis Totais (SST), armazenados à temperatura ambiente é explicado pelo modelo polinomial de 2º grau (Figura 8). Segundo o valor de R^2 , este modelo explica 95,47% e 90,47%, dos dados obtidos nos tratamentos SPTA e CPTA, respectivamente.

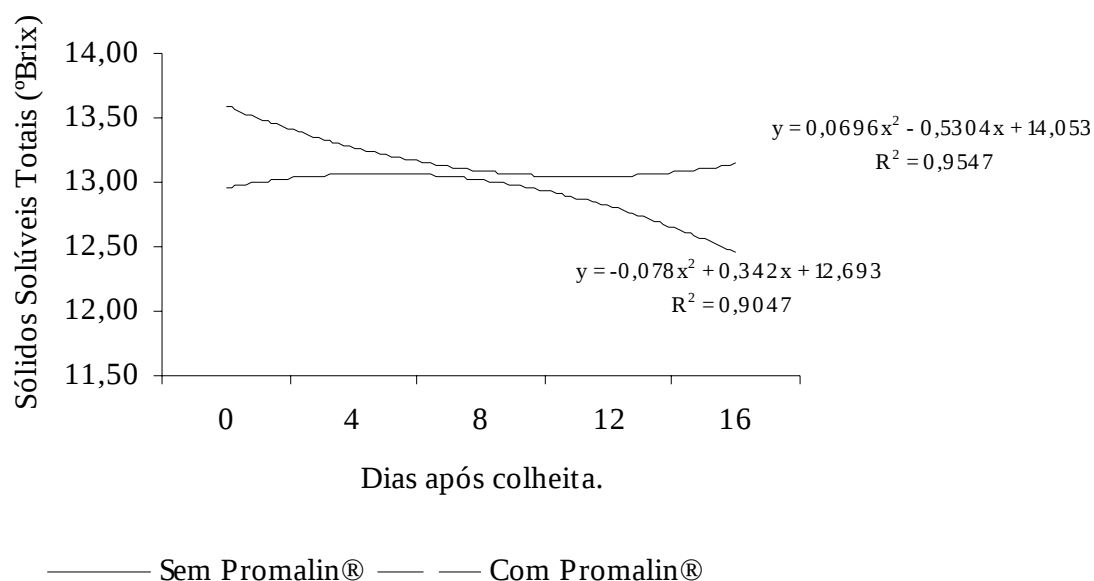


Figura 8. Sólidos solúveis totais (em °Brix) da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em temperatura ambiente, sem e com Promalin® .

No tratamento SPTA, houve diminuição significativa dos SST em comparação com o controle (tempo zero) apenas nos frutos avaliados no dia 16 (Tabela 6). E, no tratamento CPTA não houve diferença significativa para os SST entre os diferentes tempos de armazenagem.

Tabela 6. Sólidos solúveis totais* (em °Brix) da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em temperatura ambiente, sem e com Promalin®.

Tratamento	Tempo de armazenagem (dias)				
	0	4	8	12	16
Sem Promalin®	13,95 aA	13,18 ab	13,08 ab	13,58 ab	12,63 b
Com Promalin®	13,10 B	12,98	13,00	13,08	12,38

*médias seguidas da mesma letra minúscula em linhas e maiúscula em colunas não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos SPTA e CPTA, exceto no dia 0 (controle).

Quando os frutos foram armazenados em câmara fria, o comportamento observado para SST pode ser explicado pelo modelo polinomial de 2º grau (Figura 9), e o valor de R^2 deste modelo explica 56,3 % e 65,4 %, dos dados obtidos nos tratamentos SPCF e CPCF, respectivamente.

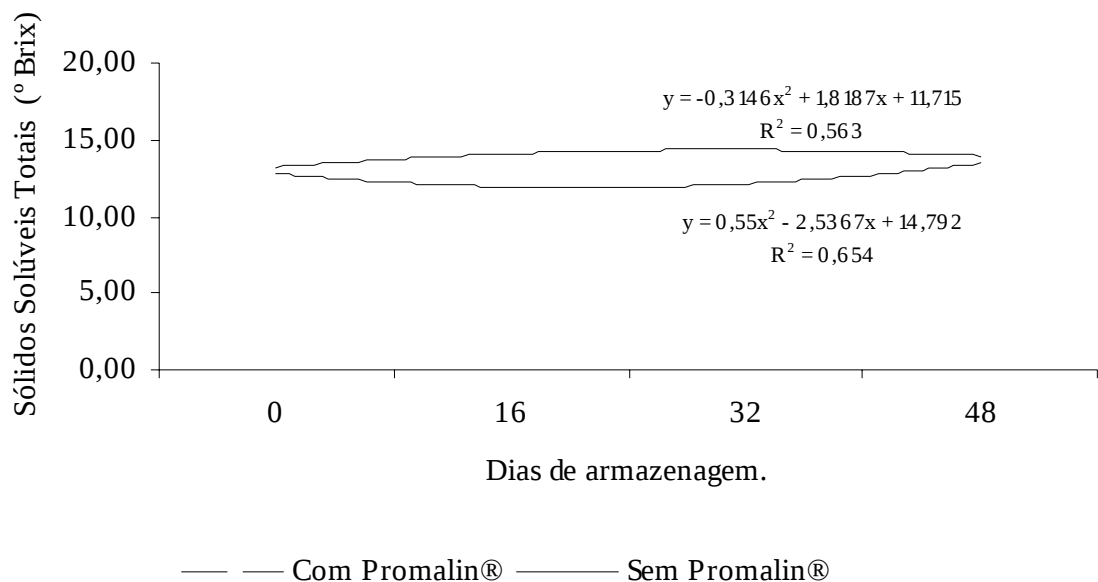


Figura 9. Sólidos solúveis totais (em °Brix) da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em câmara fria (4 °C), sem e com Promalin®.

Os sólidos solúveis totais não apresentaram diferença significativa para tratamentos em função do tempo de armazenagem (Tabela 7).

Tabela 7. Sólidos solúveis totais* (em °Brix) da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em câmara fria (4°C), sem e com Promalin®.

<i>Tratamento</i>	<i>Tempo de armazenagem (dias)</i>			
	<i>0</i>	<i>16</i>	<i>32</i>	<i>48</i>
<i>Sem Promalin®</i>	13,3 a	13,6 a	14,8 aA	13,8 a
<i>Com Promalin®</i>	13,0 a	13,0 a	13.3 aB	13,0 a

*médias seguidas da mesma letra minúscula em linhas e maiúscula em colunas não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Em outras pesquisas, também com a cv. 'Fuyu', foram determinados 14°Brix (Ferri et al., 2004) e 19°Brix (Sarria, 1998). E, em 1971, Ito avaliou diferentes cultivares de caquis e determinou entre 9 e 21°Brix para os SST. Os frutos de caqui cv. 'Fuyu' da pesquisa atual apresentaram valores de SST que variaram de 12,63 à 13,95°Brix (Tabela 6) quando armazenados à temperatura ambiente e de 11,3 à 14,8°Brix (Tabela 7) os quais foram armazenados em câmara fria.

As diferenças para os valores de SST determinados nas diversas pesquisas podem ser atribuídas às condições distintas de clima, solo, posição dos frutos na planta, estágio de amadurecimento do fruto, ou ainda, diferenças na metodologia utilizada.

Transformações metabólicas de ocorrência em frutos, como o caqui, podem alterar o teor de SST, como a atividade respiratória celular, bi-conversão de açúcares, a formação de moléculas solúveis na parede celular, o balanço de ácidos orgânicos e a solubilização de sais (Maness et al., 1992; Murray & Valentini, 1998; Danieli et al., 2002; Ledsham, 1994).

Os dados da pesquisa atual mostram que durante o armazenamento em câmara fria os SST apresentaram pouca alteração (Figura 9 e Tabela 7). Em pesquisas também com caqui 'Fuyu', os quais foram colhidos na região da Serra do Rio Grande do Sul, Rinaldi et al. (1998) e Neves (2002) apresentaram resultados que contrastaram com os da pesquisa atual. Segundo aqueles autores, houve aumento do conteúdo de SST durante o armazenamento a partir das substâncias insolúveis. E, Martins (2004) obteve resultados decrescentes para SST, também com caquis armazenados, devido a provavelmente fermentações.

Além das condições edafoclimáticas em que os frutos foram produzidos, o estágio de maturação no momento da colheita bem como as diferenças entre condições de armazenamento, possivelmente podem ter contribuído para tais diferenças de resultados.

As variações detectadas nos teores de SST dos frutos armazenados à temperatura ambiente (Figura 7) podem ser explicadas e atribuídas à senescência do fruto. Frutos em senescência apresentam processos degradativos para diversas substâncias, incluindo os açúcares presentes na polpa.

5.4. ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL E PH

O grau de acidez da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em temperatura ambiente, dos tratamentos: CPTA e SPTA foi determinado como acidez total titulável (ATT) (Figura 10 e Tabela 8) bem como pH (Figura 11 e Tabela 9).

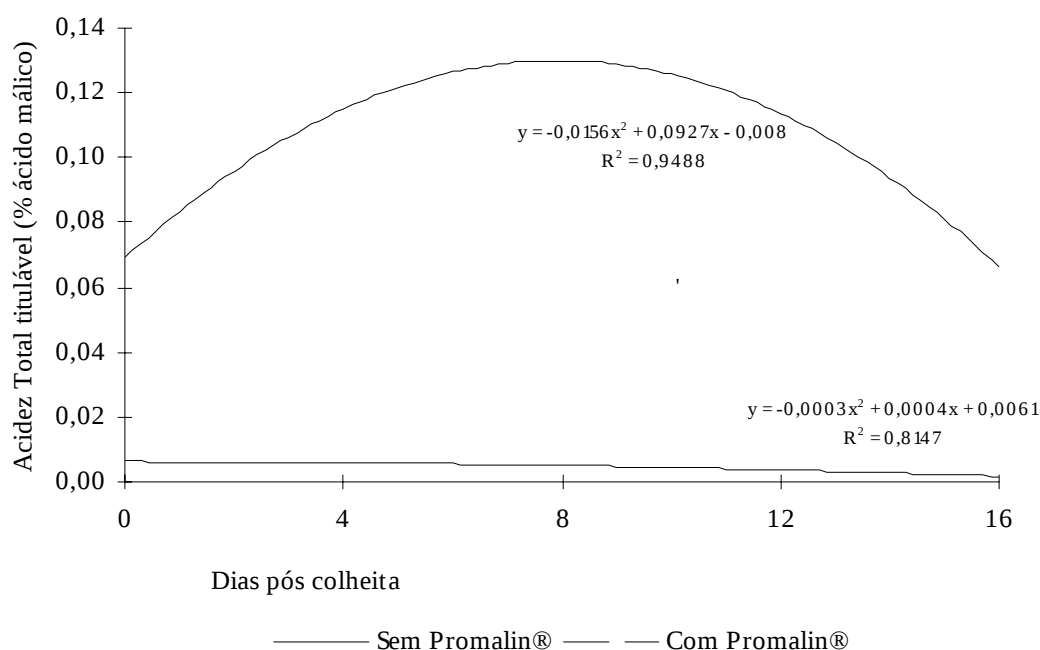


Figura 10. Acidez total titulável da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em temperatura ambiente, sem e com Promalin®.

Tabela 8. Acidez total titulável* (% ácido málico) da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em temperatura ambiente, sem e com Promalin®.

Tratamento	Tempo de armazenagem (dias)				
	0	4	8	12	16
Sem Promalin®	0,0687 bA	0,1189 aA	0,1206 aA	0,1223 aA	0,0637 bA
Com Promalin®	0,0069 B	0,0045 B	0,0057 B	0,0042 B	0,0013 B

*médias seguidas da mesma letra minúscula em linhas e maiúscula em colunas não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

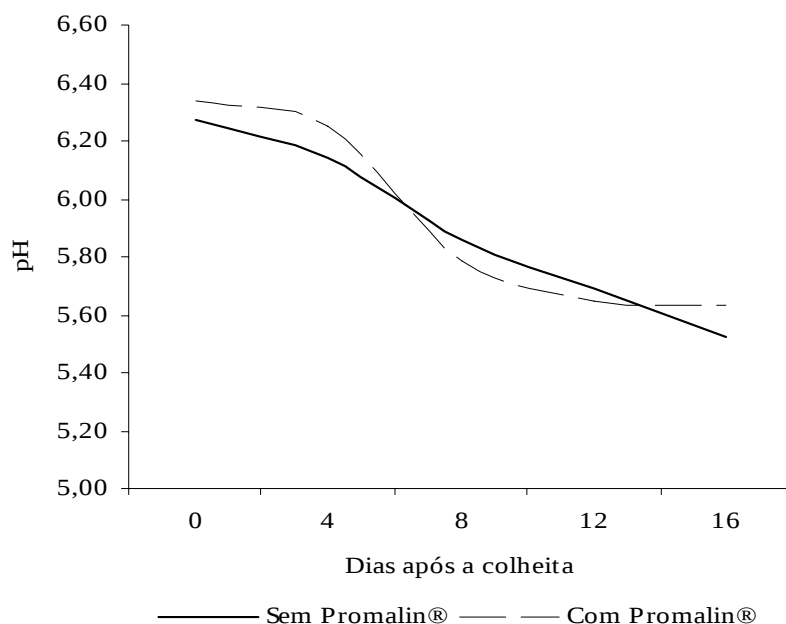


Figura 11. pH da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em temperatura ambiente, sem e com Promalin®.

Tabela 9. pH* da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em temperatura ambiente, sem e com Promalin®.

Tratamento	Tempo de armazenagem (dias)				
	0	4	8	12	16
Sem Promalin®	6,28 a	6,14 ab	5,86 ab	5,69 b	5,52 b
Com Promalin®	6,34 a	6,25 ab	5,79 ab	5,65 b	5,63 b

*médias seguidas da mesma letra em linhas, não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

A ATT dos frutos do tratamento SPTA teve um aumento durante a armazenagem já a partir do dia 4 e permaneceu constante até o dia 12, caindo bruscamente ao final da armazenagem, no dia 16 (Figura 10 e Tabela 8). Nos frutos do tratamento CPTA houve diminuição significativa apenas a partir do dia 12, e,

estes frutos apresentaram ATT significativamente menor (Tabela 8) durante todo o período de armazenagem, em comparação com os frutos do tratamento SPTA.

Os frutos de caqui 'Fuyu', que são frutos ligeiramente ácidos, apresentaram valores de pH, no tempo zero (controle) de armazenagem, iguais a 6,28 e 6,34 (Figura 11 e Tabela 9) para os tratamentos SPTA e CPTA, respectivamente. Em 1998, Sarria também determinou esta característica de ligeiramente ácido para o caqui 'Fuyu'.

Houve um decréscimo do pH durante os 16 dias de armazenagem, atingindo os valores mínimos de 5,52 e 5,63 após 12 dias (Tabela 9), respectivamente para os tratamentos SPTA e CPTA.

Para os frutos armazenados em câmara fria, tratamentos SPCF e CPCF, não houve mudança significativa para a ATT durante o período de armazenagem em câmara fria nos frutos sem Promalin® (tratamento SPCF), valor médio de 0,0052, mas, nos frutos do tratamento CPCF, houve diminuição da ATT (Tabela 10) enquanto a firmeza permaneceu aceitável, entre 16 e 32 dias (Figura 4 e Tabela 4). No entanto, concomitante à perda de firmeza dos frutos, houve aumento da ATT (Tabela 10).

Tabela 10. Acidez total titulável* da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em câmara fria, sem e com Promalin®.

<i>Tratamento</i>	<i>Tempo de armazenagem (dias)</i>			
	<i>0</i>	<i>16</i>	<i>32</i>	<i>48</i>
<i>Sem Promalin®</i>	0,0052 a	0,0045 a	0,0054 a	0,0057 a
<i>Com Promalin®</i>	0,0045 bc	0,0032 c	0,0054 ab	0,0057 a

*médias seguidas da mesma letra minúscula em linhas e maiúscula em colunas não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Comportamento similar ao do tratamento CPCF (Tabela 10) foi observado por Helbig (1998), o qual determinou para ameixas um decréscimo inicial da ATT, que atribuiu à diminuição do conteúdo de ácidos orgânicos, em um primeiro momento. Posteriormente, a geração de compostos contendo grupos ácidos, como os ácidos galacturônicos e pécicos provenientes da hidrólise de substâncias pécicas componentes da parede celular, proporciona elevação da ATT.

Houve diminuição significativa para o pH tanto nos frutos sem Promalin® (tratamento SPCF) como nos frutos que receberam esse produto (tratamento CPCF) somente a partir de 32 dias de armazenagem em câmara fria (Tabela 11). Mas, enquanto a firmeza permaneceu aceitável, principalmente até o dia 16 ou até mesmo, alguns dias mais (Figura 4 e Tabela 4) não houve mudança significativa do pH no fruto (Tabela 11).

Tabela 11. pH* da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em câmara fria, sem e com Promalin®.

<i>Tratamento</i>	<i>Tempo de armazenagem (dias)</i>			
	<i>0</i>	<i>16</i>	<i>32</i>	<i>48</i>
<i>Sem Promalin®</i>	6,28 a	6,08 abB	5,91 bA	5,94 b
<i>Com Promalin®</i>	6,34 a	6,38 a A	5,54 bB	6,07 c

*médias seguidas da mesma letra minúscula em linhas e maiúscula em colunas não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Houve diferença significativa entre tratamentos para a ATT nos dias 16 e 32 da armazenagem.

Os frutos de caqui 'Fuyu' se caracterizam por apresentar baixa acidez (Senter et al., 1991). Segundo Fonseca (1973), o caqui apresenta índices de ATT que variam de 0,16 à 0,23%, representados em ácido málico. E, tanto Vasconcelos

(2000) como Fagundes (2004), encontraram valores entre 0,08 e 0,10% de ácido málico para o caqui 'Fuyu'. Os frutos, também de caqui 'Fuyu', da pesquisa atual que não receberam a aplicação de Promalin® apresentaram valores de ATT próximos aos encontrados na literatura também para caqui, e variaram em frutos ainda recomendados ao consumo de 0,0637% à 0,1223% para a armazenagem à temperatura ambiente e de 0,0052% à 0,0057% em câmara fria.

Os frutos do tratamento SPTA apresentaram uma diminuição de pH cujo comportamento foi quase linear (Figura 11). Já, nos frutos CPTA, houve uma diminuição suave do pH nos primeiros dias de armazenagem, porém, durante o período de 4 à 12 dias ocorreu uma diminuição acentuada deste, mas, voltou a diminuir suavemente a partir de 12 dias.

Tal comportamento de decréscimo de pH foi também determinado por Carvalho et al. (1998), com uma ligeira tendência de acréscimo ao final do período armazenado.

As substâncias ácidas dos frutos (ácidos cítrico, málico e tartárico), por serem também produtos intermediários da respiração celular, podem ser metabolizadas para a produção de energia celular. Também, podem ser convertidas para açúcares solúveis, como glicose, frutose e sacarose. Tais atividades metabólicas podem, em determinados momentos, como durante o processo natural da maturação de frutos ou na armazenagem, estarem correlacionadas e explicar a alteração de acidez nesses frutos.

Na maioria dos frutos, durante a maturação ocorre uma diminuição da acidez total titulável (ATT) em virtude do aproveitamento de ácidos como fonte de energia

(Willis et al., 1981). Em caquis, a ATT é apresentada por Daood et al. (1992) como decrescente durante o processo de amadurecimento, mas, segundo Senter et al. (1991), a ATT não varia significativamente durante o amadurecimento do caqui.

As enzimas pécticas (pectinesterase e poligalacturonase), presentes no fruto, hidrolisam as substâncias pécticas constituintes da parede celular das células e passam a produzir ácidos pécticos e ácidos galacturônicos, os quais podem aumentar a ATT e diminuir o pH do fruto, quando não forem convertidos metabolicamente para açúcares solúveis ou na respiração celular para a produção de energia. Assim, uma diminuição de pH e elevação da ATT, como a que ocorreu no tratamento SP da pesquisa atual, chegando a ser acentuada, é um indicativo da degradação da polpa do caqui 'Fuyu'. Tais resultados confirmam aqueles citados em pesquisas prévias também com o caqui, como a de Costa (1991), Moura (1995) e Fagundes (2004), bem como a de Viegas (1992) com mamão.

A acidez dos frutos constitui um fator natural importante para a sua preservação. A alteração da acidez durante a armazenagem de produtos vegetais deve ser minimizada, pois os alimentos se tornam mais susceptíveis ao ataque de patógenos quando o pH está próximo a 7,0 (Pearson, 1986).

5.5. FENÓIS E ATIVIDADE DA POLIFENOLOXIDASE (PFO)

O teor de fenóis variou nos frutos de caqui da cv. 'Fuyu' durante o período de armazenamento (Tabela 12), atingindo um máximo nos dias 4 e 8 para o tratamento SPTA e no dia 4 para o tratamento CPTA. Mas, os frutos do tratamento CPTA, os

quais receberam a aplicação do produto Promalin®, apresentaram valores significativamente maiores de fenóis durante todo o período da armazenagem.

Tabela 12. Teor de fenóis* totais (mg.L^{-1}), da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em temperatura ambiente, sem e com Promalin®.

Tratamento	Tempo de armazenagem (dias)				
	0	4	8	12	16
Sem Promalin®	0,011 a A	0,007 a A	0,009 a A	0,009 a A	0,005 a
Com Promalin®	0,017 ab A	0,020 a A	0,018 ab A	0,012 b A	0,013 ab A

*médias seguidas da mesma letra minúscula em linhas e maiúscula em colunas não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

A análise de regressão (Figura 12) também mostrou que o conteúdo de compostos fenólicos nos frutos foi influenciado pelo fator tempo de armazenamento e pelos tratamentos SPTA e CPTA. O polinômio de 2º grau foi o modelo que melhor explicou os resultados obtidos.

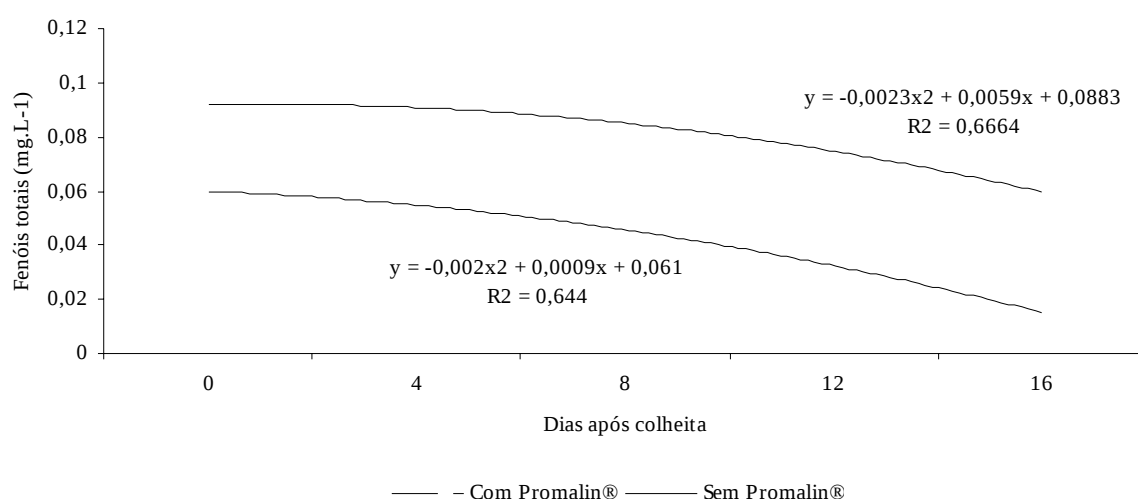


Figura 12. Teor de fenóis totais (mg.L^{-1}) da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em temperatura ambiente, sem e com Promalin®.

A atividade da PFO nos frutos do tratamento SPTA (Figura 13 e Tabela 13) atingiu o máximo no dia 4, e a partir desse tempo manteve uma tendência de queda até o final da armazenagem. E, nos frutos do tratamento CPTA, a atividade se manteve alta até o dia 8, enquanto que nos tempos seguintes, dias 12 e 16, os frutos não apresentaram atividade para a PFO. Assim, o tratamento CPTA resultou em menor atividade para a PFO ao final da armazenagem, em comparação com o tratamento SPTA.

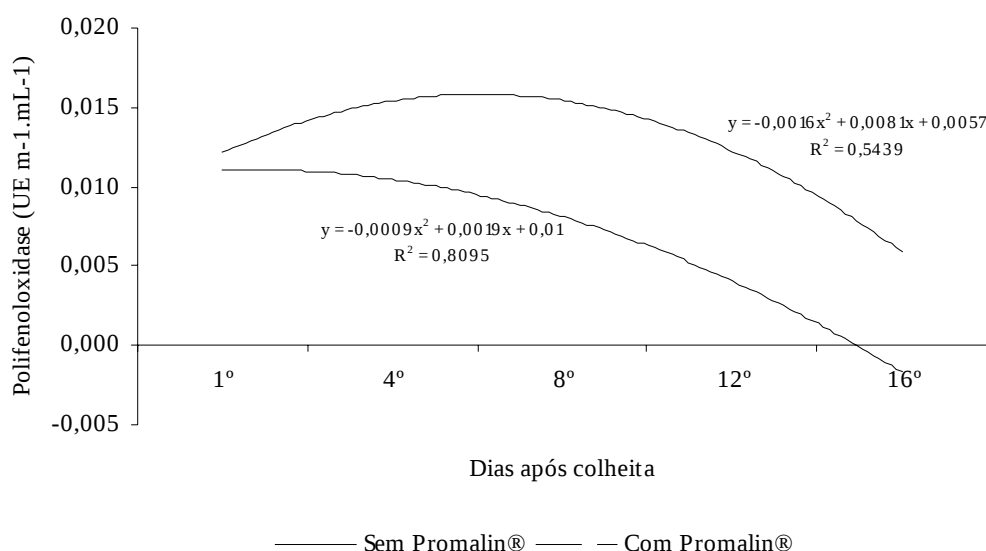


Figura 13. Atividade da enzima polifenoloxidase (UE m⁻¹mL⁻¹) da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em temperatura ambiente, sem e com Promalin®.

Tabela 13. Atividade* da enzima polifenoloxidase (UE m⁻¹mL⁻¹) da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em temperatura ambiente, sem e com Promalin®.

Tratamento	Tempo de armazenagem (dias)				
	0	4	8	12	16
Sem Promalin®	0,0106 ab	0,0208 a	0,0114 ab	0,0023 b	0,0100 abA
Com Promalin®	0,0119 a	0,0166 a	0,0121 a	0,0000 b	0,0000 bB

*médias seguidas da mesma letra minúscula em linhas e maiúsculas em colunas não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Quando armazenados em câmara fria, os frutos apresentaram aumento significativo para o teor de fenóis em frutos armazenados em câmara fria (Figura 14 e Tabela 14), tanto nos sem Promalin® (tratamento SPCF) como nos frutos que receberam a aplicação desse produto no pomar (tratamento CPCF), coincidindo com a sua firmeza (Figura 4 e Tabela 4) aceitável ao consumo, também próximo do dia 16. Mas, a partir do dia 32 e até o final da armazenagem o teor de fenóis voltou a ser baixo, similar ao controle (Figura 14 e Tabela 14), e novamente coincidindo com o total amaciamento do fruto ou seja, perda total da firmeza (Figura 4 e Tabela 4). E, houve diferença significativa entre tratamentos, SPCF e CPCF, apenas no dia 16.

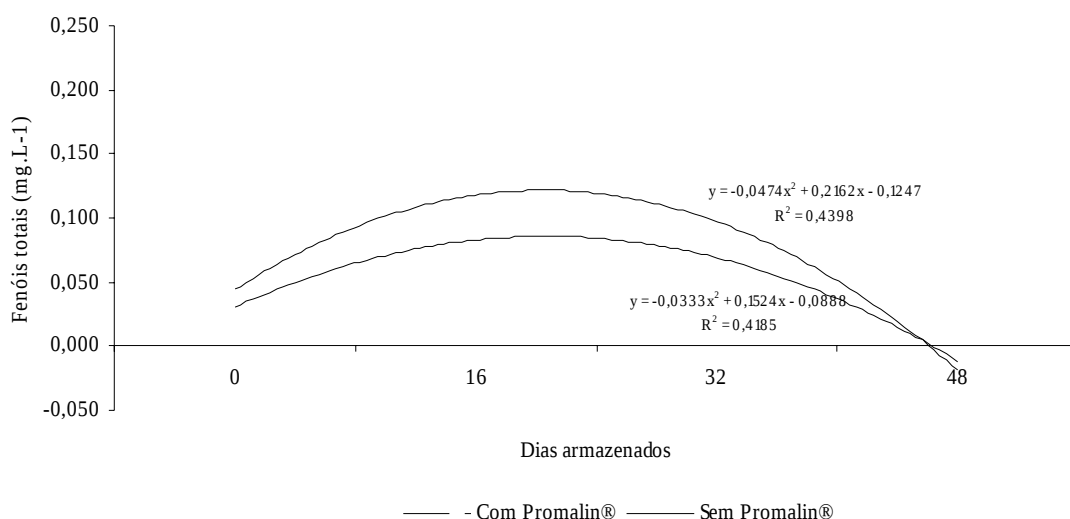


Figura 14. Conteúdo de fenóis totais (mg.L⁻¹) da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em câmara fria, sem e com Promalin®.

Tabela 14. Conteúdo de fenóis* totais (mg.L⁻¹), da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em câmara fria, sem e com Promalin®.

Tratamento	Tempo de armazenagem (dias)			
	0	16	32	48
Sem Promalin®	0,011 b	0,141 aB	0,011 b	0,008 b
Com Promalin®	0,017 b	0,198 aA	0,017 b	0,008 b

*médias seguidas da mesma letra minúscula em linhas e maiúscula em colunas não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

A análise de regressão (Figura 14) mostrou que o conteúdo de compostos fenólicos nos frutos da câmara fria foi dependente do fator tempo de armazenagem, e, o polinômio de 2º grau foi o modelo que melhor explicou a tendência dos dados obtidos, os fenóis.

Em câmara fria, enquanto o fruto apresentou firmeza (Figura 4 e Tabela 4) aceitável para a comercialização não houve mudança significativa da atividade da PFO (Tabela 15), tanto nos sem Promalin® (tratamento SPCF) como nos frutos que receberam a aplicação desse produto no pomar (tratamento CPCF), e, isso ocorreu até o dia 16 ou um pouco mais.

Tabela 15. Atividade* da enzima polifenoloxidase (UE m⁻¹mL⁻¹) da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em câmara fria, sem e com Promalin®.

<i>Tratamento</i>	<i>Tempo de armazenagem (dias)</i>			
	<i>0</i>	<i>16</i>	<i>32</i>	<i>48</i>
<i>Sem Promalin®</i>	0,0106	0,0117	0,0114	0,0036
<i>Com Promalin®</i>	0,0120	0,0104	0,0055	0,0040

*médias seguidas da mesma letra minúscula em linhas e maiúscula em colunas não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Porém, nos tempos seguintes de avaliações, dias 32 e 48, em que o fruto perde a firmeza (Figura 3 e Tabela 3) de comercialização, também a atividade da PFO caiu, atingindo valor menor que o controle no 48º dia (Tabela 15).

E, não houve diferença significativa entre tratamentos, SPCF e CPCF.

As Figuras 15 e 16 mostram que houve correlação positiva entre a enzima PFO e o conteúdo de fenóis para ambos os tratamentos, CPCF e SPCF, cujos frutos foram armazenados em câmara fria, sendo que o valor de R^2 foi superior a 60%.

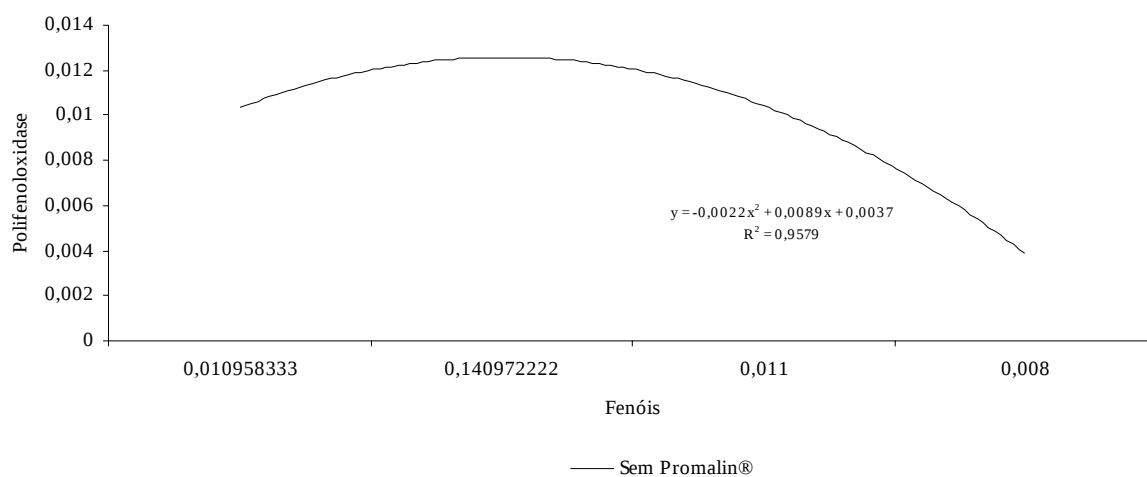


Figura 15. Correlação entre a atividade da polifenoloxidase e fenóis da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em câmara fria (4 °C), sem Promalin®.

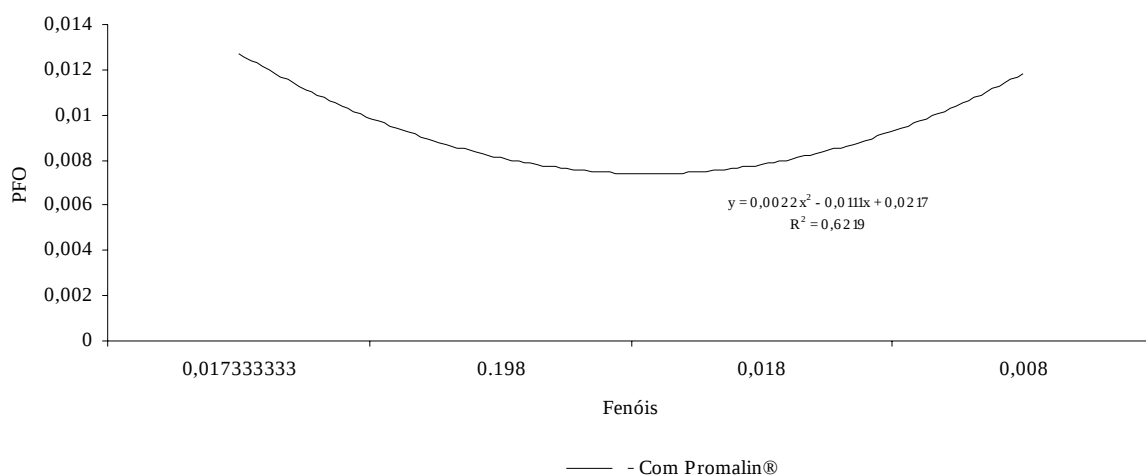


Figura 16. Correlação entre a atividade da polifenoloxidase e fenóis da polpa de frutos de caqui cv. 'Fuyu' armazenados em câmara fria (4 °C), com Promalin®.

Os frutos de caqui da cv. 'Fuyu', embora sejam classificados como caquis do grupo não taninoso, apresentam um conteúdo de fenóis relativamente elevado se comparado ao de outras espécies (Ben-Haire, 1992; Oogaki, 1990).

Kato, 1987, constatou que frutos contendo aproximadamente 0,25% de tanino revelam-se ligeiramente adstringentes, tornando-se comestíveis quando a concentração de taninos solúveis encontra-se abaixo de 0,1%. Do ponto de vista comercial, os caquis são atrativos ao consumidor quando apresentam teores de fenóis inferiores a 3 mg. kg⁻¹ (Ben-Haire, 1992).

Os compostos fenólicos são responsáveis pela coloração e adstringência de muitos frutos, sendo um constituído principalmente por taninos. Esses compostos apresentam radicais hidroxilas ligadas a um anel benzênico, e são agrupados em diferentes classes, podendo ser um monômero, dímero, oligômero e polímero. O poder adstringente dos taninos é devido a sua estrutura química de cadeia curta,

formada por dímeros (Chitarra & Chitarra, 2005). Com o amadurecimento dos frutos, ocorre a complexação e condensação desses dímeros, os quais formam fenólicos polimerizados (pigmentos escuros) que são localizados na casca dos frutos, e, todo esse processo é dependente de O₂. A elevação acentuada do teor de fenóis pode estar associada ao processo respiratório.

O acréscimo inicial ocorrido para fenóis solúveis (Figura 14 e Tabela 14) é uma indicação de que o fruto da câmara fria continuou seu processo de maturação, embora de forma mais branda. Isso explica o alto teor dos fenóis solúveis produzidos nos frutos avaliados no dia 16, atingindo um pico, para então voltar a cair nos dias que se sucederam até atingir valores similares ao controle, completando o processo de maturação.

E, assim como para frutos armazenados em temperatura ambiente (Figura 12 e Tabela 12), também em câmara fria (Figura 14 e 14) o Promalin® proporcionou que o fruto tivesse o conteúdo de fenóis aumentado, em relação aos frutos que não receberam a aplicação desse produto no pomar.

Segundo Cantillano (1998) a variação de fenóis nos frutos se deve à deterioração de tecido e perda da estrutura da membrana celular, e, a intensidade pode ser a causa para os diferentes resultados obtidos nas pesquisas.

Em 1971, Esckin et al. relacionou a suscetibilidade ao escurecimento ou a tendência ao escurecimento enzimático em frutas e hortaliças à maior atividade da polifenoloxidase, maior concentração de compostos fenólicos endógenos no tecido ou à combinação destes fatores.

Segundo Teisson (1979), a atividade das enzimas polifenoloxidase e peroxidase é praticamente nula no momento da colheita e durante a conservação à baixas temperaturas.

Frutos verdes possuem maior quantidade da enzima, diminuindo sua presença na medida em que ocorre o processo de maturação. Tal tendência de queda foi verificada, também, no presente trabalho (Tabela 13 para armazenagem à temperatura ambiente; Tabela 15 para armazenagem em câmara fria) para frutos de caqui cv. 'Fuyu', e coincidindo com a diminuição dos fenóis (Tabela 12 para armazenagem à temperatura ambiente; Tabela 14 para armazenagem em câmara fria).

Del Río (2006), em pesquisa com caqui cv. 'Rojo Brillante', obteve resultados similares aos do presente trabalho para a atividade da PFO (Tabelas 13 e 15). Também, outros resultados semelhantes foram obtidos em pesquisas com pêssago por Brady (1993) e Cantillano (1998).

Segundo Abreu et al. (1998), as variações na atividade da polifenoloxidase (PFO) são decorrentes da espécie, condições de cultivo e manejo das frutas. Coseteng e Lee (1987), avaliando maçãs, observaram decréscimo da atividade da PFO durante o processo da maturação. Já, Bassi e Selli (1990) obtiveram resultados contrastantes em pesquisas com pêssagos.

A enzima PFO é responsável pelo escurecimento tanto externo como interno do fruto. Em presença de oxigênio, é capaz de oxidar os componentes fenólicos, convertendo-os em quinonas, as quais se polimerizam em pigmentos responsáveis pela coloração escura (Siriphanich & Kader, 1985).

Em algumas frutas, como maçã e banana, a atividade da enzima PFO é alta, por isso essas matérias alimentícias exigem cuidados quando são processadas industrialmente para a produção de produtos delas derivados. O escurecimento nesses produtos decorrente da ação da enzima PFO deprecia a qualidade, principalmente quanto a sua aparência.

6. CONCLUSÕES

Frutos armazenados à temperatura ambiente (20-26°C) mantiveram firmeza adequada ao consumo por 16 e 8 dias, respectivamente para o tratamento que não teve a aplicação de Promalin® (SPTA) e o que teve a aplicação desse produto (CPTA).

A utilização de câmara fria (4°C) manteve a firmeza dos frutos por mais tempo, no mínimo 16 dias, para ambos os tratamentos, o que não teve a aplicação de Promalin® e o que teve a aplicação.

O uso de produto Promalin® antecipa a perda de firmeza de frutos armazenados à temperatura ambiente (20-26°C), e também altera da mesma forma a atividade da enzima poligalacturonase.

A baixa temperatura da câmara fria (4°C) retarda a perda de firmeza dos frutos que não receberam a aplicação do Promalin® no pomar.

O uso de Promalin® contribui para a melhoria da firmeza de frutos de caqui cv 'Fuyu' armazenados em câmara fria.

Com relação a atividade da enzima polifenoloxidase (PFO), enquanto o fruto apresentou firmeza aceitável para a comercialização em câmara fria, não houve mudança significativa da atividade da PFO, tanto nos sem Promalin® como nos frutos que receberam a aplicação desse produto no pomar , e, isso ocorreu até o dia 16 ou um pouco mais.

Os sólidos solúveis totais, não sofreram mudança significativamente durante o armazenamento em câmara fria.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Futuras avaliações devem incluir estudos das enzimas que atuam no processo de maturação, para se conhecer com mais precisão as transformações do processo de pós-colheita do fruto caqui 'Fuyu'.

Há também de se empenhar em estudos que melhor elucidem as transformações bioquímicas, incluindo a bioquímica de fenóis, de ocorrência no processo de maturação normal de caquis.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABOU AZIZ, A B.; EL-NABAAWY, S.M.; ZAKI, H.A. Effect of different temperatures on the storage of papaya fruits and respirational activity during storage. **HortScience**, Alexandria, v.3, p.173-177, 1975.

ABREU, C.M.P.; SANTOS, C.D.; COSTA, L. Efeito da embalagem de polietileno e da refrigeração no escurecimento interno e na atividade de peroxidase e polifenoloxidase, durante a maturação de abacaxi. (*Ananas comosus* (L) Mess cv. Smooth Cayenne). **Ciência e Tecnologia**, Brasil, v.22, n.4, p.454-465, 1998.

ANTHON, G. E.; SEKINE, Y.; WATANABE, N.; BARRETT, D. M. Thermal inactivation of pectin methyl esterase, polygalacturonase and peroxidase in tomato juice, **Journal of Agricultural and Food Chemistry** v. 50, p. 6153- 6159, 2002.

ANTONIOLLI, L.R.; CASTRO, P.R. de C. e; KLUGE, R.A.; FILHO, J.A.S. Utilização de embalagem de polietileno na conservação de caquis 'Giombo' durante o armazenamento refrigerado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n.1, p. 77 – 80, 2003.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro, **IBGE**, 1997.

Anvisa.gov.br página acessada em 22 de abril de 2006.

APPC. Associação Paulista de Produtores de Caqui. <http://www.appckaki.com/colheita.htm>, site acessado dia 26 de março de 2006.

ASSIS, S. A.; LIMA, D. C.; OLIVEIRA, O. M. M. F. Activity of pectinmethylesterase, pectin content and vitamin C in acerola fruit at various stages of fruit development. **Food Chemistry**, London, v. 74, p. 133-137, 2001.

ASSIS, S.A.; LIMA, D.C.; OLIVEIRA, O.M.M.F. Acerola's pectin methyl esterase: studies of heat inactivation, **Food Chemistry** v. 71, p. 465-467, 2000.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official method of analysis**. Washington, 11. ed. P. 154, 1970.

AUTIO, W.R.; BRAMLAGE, W.J. Chilling sensitivity of tomato fruit in relation to ripening and senescence. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.111, n.2, p.201-204, 1986.

AWAD, M. **Fisiologia pós colheita de frutos..** NOBEL. São Paulo. 1993, 114p.

BASSI, D.; SELLI, R. Evaluation of fruit quality in peach and apricot. **A dv Horticultural Science**, v.4, p.107-112, 1990.

BEEDE, R.H. 1983. **O desempenho do armazenamento do persimmon de Fuyu e de seu suscep-tibility a fermento chilling**. Thesis do Sc. do M., departamento de Pomology, universidade de Califórnia, Davis.

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.

BENATO, E. A.; Sigrist, José M. M.; ROCHA, Priscila. Manuseio, aspecto fitossanitário e logístico de caqui pós colheita. **Toda fruta** [online]. 27 de junho de 2005. Disponível: <http://www.todafruta.com.br/> acessado em 03 de março de 2006.

BIANCHI, V. J.; CASAGRANDE JUNIOR, J. G.; FACHINELLO, J. C.; STRELOW, E. Z. Maturação de figos cv. Roxo de Valinhos fora do período normal de colheita. **Revista Brasileira de Agrociência**. Pelotas, v. 4, n. 3, p. 218-221, 1998.

BICALHO, U. de O.; CHITARRA, A.B.; CHITARRA, M.I.F. et al. Modificações texturais em mamões submetidos à aplicação pós-colheita de cálcio e embalagens PVC. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1, p.136-146, 2000.

BRACKMANN, A., MAZARO, S.M; SAQUET, A.A. Frigoconservação de caquis (*Diospyrus kaki*, L.) das cultivares Fuyu e Rama Forte. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.27, n.4, p.561 - 565, 1997.

BRACKMANN, A.; CHITARRA, A.B. Atmosfera controlada e atmosfera modificada. In: BORÉM, F.M. **Armazenamento e processamento de produtos agrícolas**, Lavras: UFLA/SBEA, 1998. 282 p. p.133-170.

BRACKMANN, A.; DONAZZOLO, J. **Armazenagem de caqui**. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 3., 2000, Fraiburgo-SC. Anais... Caçador: Epagri, 2000. p.99-102.

BRACKMANN, A.; SAQUET, A. A. Efeito da temperatura e condições de atmosfera controlada sobre a conservação de caqui (*Diospyrus kaki* L). **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.25, n.3, p.375-378, 1995.

BRACKMANN, A.; STEFFENS, C.A.; MAZARO, S.M. Armazenamento de caqui (*Diospyrus kaki*, L.), cv. Fuyu, em condições de atmosfera modificada e controlada. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.24, n.2, p.42-46, 1999.

BRACKMANN, Auri. **Capa: a produção, o consumo e a qualidade do caqui no Brasil**. *Rev. Bras. Frutic.* [online]. abr. 2003, vol.25, no.1 acessado em 24/02/2006, p.0-0. Disponível <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452003000100001&lng=pt&nrm=iso>

BRADY, J.C. **Biochemistry of fruit ripening**. London : Chapman e Hall, 1993. p.314.

BRETT, C.; WALDRON, K. Physiology and biochemistry of plant cell walls. Londres: Unwin Hyman, 1990. 1993p.

BURAK M & BUYUKYILMAZ M. Effect of Promalin on fruit shape and quality of starking delicious apple cultivar. **Acta Horticulturae**, 463:365-369, 1997.

CANTILLANO, R.F.F. Estudio del efecto de las atmosferas modificadas durante el almacenamiento y comercializacion de algunas frutas y hortalizas. 1998. 276f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universida Politécnica de Valencia.

CARVALHO, A. V.; DAIUTO, A.R.; LIMA, L. C. O.; GEBER, D. A. O. Emprego de ácido giberélico (ga3) na conservação de caqui (*Diospyros kaki* L.) cv. fuyu, armazenado em atmosfera modificada sob refrigeração. **R. Un. Alfenas**, Alfenas, 4:121-126, 1998.

CARVALHO, C. R. L; MANTOVANI, D. M. B; CARVALHO, P. R. N; MORAIS R.M.M. **Análises químicas de alimentos**. Campinas: Itai, 1990. 121p. (Manual Técnico).

CASTALDO, F.; QUAGLIUOLO I.; SERVILLO, C.; BALESTRIERI, C.; GIOVANE, A. Isolation and characterization of pectin methyl esterase from apple fruit, **Journal of Food Science** v. 54, nº 3, p. 653-673, 1989.

CHEFTEL, J.C., CHEFTEL, H. Métodos de conservación. In: **Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos**. Zaragoza, Acribia. p.173-300. 1992.

CHEN, J.K.; NOBE, K. Oxidation of dimethylaniline by horseradish peroxidase and electrogenerated peroxide. **J. Electrochem. Soc.**, Chicago, v. 140, p. 299-303, 1993.

CHITARRA, Maria Isabel Fernandes & CHITARRA, Adimilson Bosco. **Pós Colheita de frutas e hotaliças. – Fisiologia e manuseio**. 2. ed. Ver. E ampl. Lavras UFLA, 2005. 785p.

CIA, Patricia. **Efeitos de atmosfera modificada no controle de podridões pós colheita e na qualidade de caqui cv Fuyu**. 2002. 132 f. Dissertação (mestrado em agronomia). Universidade Estadual Paulista “Julio Mesquita Filho”. Faculdade de Ciências Agronômicas – Campus de Botucatu - Botucatu SP, 2002.

COLLINS, R.J.; TISDELL, J.S. The influence of storage time and temperature on chilling injury in Fuyu and Suruga persimmon (*Diospyros kaki* L.) grown in subtropical Australia. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.6, n.1- 2, p.149-157, 1995.

CONCELLÓN, A.; AÑON, M. C.; CHAVES, A. R. Characterization and changes in polyphenol oxidase from eggplant fruit (*Solanum melongena* L.) during storage at low temperature, **Food Chemistry** v. 88, p.17-24, 2004.

CORRENT, A. R. **1-Metilciclopropano na conservação de maçãs 'Royal Gala'e 'Fuji'**. 2003. 69f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial)- Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2003.

COSSETENG, M.Y.; LEE, C.Y. Changes in apple polyphenoloxidase and polyphenol concentrations in relation to degree of browning. **Journal Food Science**. New York. v.52, n.4, p.985-989, 1987.

COSTA, F. O. M da. **Efeito do ethephon na maturação e qualidade do caqui (*Diospyros kaki* L.) cv. Taubaté**. Viçosa, 1991. 56 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa.

COUEY, H.M. Chilling injury of crops of tropical and subtropical origin: an overview. **HortScience**, Alexandria, v.17, n.2, p.158-162, 1982.

CRISOSTO, C. H. Persimmon. Disponível em: <<http://www.uckac.edu/postharv/PDF%20files/persimmon.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2006.

CRISOSTO, C.H.; MITCHAM, E.J.; KADER, A.A. **Persimmons: recommendations for maintaining postharvest quality**. Disponível em: <<http://postharvest.ucdavis.edu/produce/storage.html>>. Acesso em 23 abril de 2006.

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**, Copenhagen, v. 89, p.369-375, 1993.

DABUL, A. N. G.; AYUB, R. A. Efeito da aplicação de Promalin em frutos de maçã (*Malus domestica*) cv. Gala. *Revista Ceres*, Viçosa, v.52, n.301, p.351-356, 2005.

DANIELI, R. **Retardamento da colheita e conservação de caquis (*Diospyros kaki* L.) cv. Fuyu**, 2000. 52f. Dissertação (Mestrado em ciências, Tecnologia de alimentos) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas-RS. 2000.

DANIELI, R.; GIRARDI, C. L.; PARUSSOLO, A.; FERRI, V. C.; ROMBALDI, C.V. Efeito da aplicação de ácido giberélico e cloreto de cálcio no retardamento da colheita e na conservabilidade de caqui, fuyu. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 24, n. 1, p. 044-048, abril 2002

DAOOD, H. G.; BIACS, P.; CZINKOTAI, B.; HOSCHKE, A. Chromatographic investigation of carotenoids, sugar and organic acids from *Diospyros kaki* fruits. *Food Chemistry*, Barking , v.45, p. 151-155, 1992.

DEL RÍO, M.A. & ARNAL, L. Nuevas técnicas de post-cosecha aplicables al caqui. **Revista Comunidad Valenciana Agrária**. Disponível em: <http://www.ivia.es/sdta/pdf/revista/frutales/23tema13.pdf>, acessado em 16.03.2006

DINCER, B.; COLAK, A.; AYDIN, N.; KADIOGLU, A.; GÜNER, S. Characterization of polyphenoloxidase from Medlar fruits (*Mespilus germanica* L., Rosacea), **Food Chemistry** v. 77, p.1-7, 2002.

DONAZZOLO, Joel ; BRACKMANN, Auri. Efeito do co2 em atmosfera controlada na qualidade de caqui (*diospyros kaki*, L.) Cv. Fuyu. **R. bras. Agrociência**, v. 8, n. 3, p. 241-245, set-dez, 2002

ECCHER, T. Russetting of Golden Delicious apples as related to endogenous and exogenous gibberellins. **Acta Horticulturae**, 80:381-385, 1978.

ELFVING, D.C. & VISSER, D.B. Cyclanilide induces lateral branching in sweet cherry trees. **Hortscience**, 41:149-153, 2006.

ESCKIN, N.A.M.; HENDERSON, H.M.; TOWNSEND, R.J. Reações de escurecimento nos alimentos. In: **Bioquímica de alimentos**. New York: Academic Press, 1971. p.97-144

EVANGELISTA, R.M.; CHITARRA, A.B.; CHITARRA, M.I.F. Influência da aplicação pré-colheita de cálcio na textura e na atividade das enzimas PG, PME e β -galactosidase de mangas 'Tommy Atkins' armazenadas sob refrigeração. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, Edição Especial, p.174-181, 2000.

FAGUNDES, A. F. Avaliação de diferentes doses de aminoetoxivinilglicina e substâncias inibidoras do escurecimento aplicados por imersão pós colheita em frutos de caqui (*Diospyros kaki* L). 2004, 46 f. Dissertação (mestrado em agronomia). Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, PR, 2004.

FAUATE, A.; FAUATE, M.; AYUB, R. A.; MALGARIM, M. B. Aplicação de GA_{4,7} + BA (promalina) afetando o crescimento, desenvolvimento e qualidade do caqui (*Diospyros kaki* L.) Cv. Fuyu. **Revista Ceres**. v. 54(313) 225 -229, 2007.

FERNÁNDEZ-TRUJÍLIO J.P.; MARTÍNEZ J.A.; ARTÉS, F. Modified atmosphere packaging affects the incidence of cold storage disorders and keeps "flat" peach quality. **Food Research International**, Kidlington, v.31, n.8, p.571-578, 1998.

FERRI, V. C.; RINALDI, M. M.; LUCCHETTA, L.; ROMBALDI, C. V. Qualidade de caquis Fuyu tratados com cálcio em pré-colheita e armazenamento sob atmosfera modificada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.2, p.385-388, 2002.

FERRI, V.C. **Controle da maturação e conservação de caquis (*Diospyrus kaki*, L.) cultivar Fuyu**. Pelotas. 2000. 103f. Tese (Doutorado em agronomia) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2000.

FLURKEY, W.H.; JEN, J.J. Peroxidase and polyphenoloxidase actives in developing peaches. **J. Food Sci.**, Chicago, v. 43, p. 1826-1831, 1978.

FONSECA, H. As frutas para geléias. **Revista Brasileira de Bebidas e Alimentos**, v.6 n.73, p 18-19, 1973.

FOOD AGRICULTURAL ORGANIZATION – FAO (2005). Statistical – database. Disponível em www.apps.fao.org. Acesso em 22 maio de 2005.

GIRARDI, C.L.; PARUSSOLO, A.; DANIELI, R.; CORRENT, A.R.; ROMBALDI, C.V. Conservação de caqui (*Diospyrus kaki*, L.), cv. Fuyu, pela aplicação de 1-Metilciclopropeno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n.1, p. 54–56, 2003.

GONÇALVES, E.D.; **Variabilidade genética, conservação e ocorrência de escurecimento de caquis** (*Diospyrus kaki*, L.) cv. Fuyu. 2003. 49f. Tese (Doutorado em Fruticultura de Clima Temperado)- Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2003.

GORINI F.L.; TESTONI, A. Raccolta, conservazione e trasformazione dei frutti di kaki. **Annali dell'Istituto Sperimentale per la Valorizzazione Tecnologica dei Prodotti Agricoli**, Milano, v.19, p.249-258,1988.

GOY, P. A. et al. Resistance to disease in the hybrid Nicotina glutinosa x Nicotina debneyi is associated with high constitutive levels of β -1,3-glucanase, chitinase, peroxidase and polyphenoloxidase. **Physiol. Mol. Plant Path.**, v. 41, p. 11-21, 1992.

GREENE, D.W. A comparison of the effects of several cytokinins on apple fruit set and fruit quality. **Acta Horticulturae**, 329:144-146, 1993.

GUERRERO, L. **La textura de los alimentos**. Medidas sensoriales e instrumentales. Alimentación, equipos y tecnología 12(10): 45-48, 1993.

GUIMARÃES, D. P.: **Estudo bioquímico de algumas características da peroxidase, polifenoloxidase e pectinametilesterase, de amora preta (*rubus spp*)**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

HARIMA, S. et al. Extending shelf-life of astringent persimmon (*Diospyrus kaki*, L.) fruits by 1-MCP. **Postharvest Biology and Technology**, v.29, n.1, p.318-323, 2003.

HARKER, F. R. & FORBES, SHELLEY K. Ripening and development of chilling injury in persimmon fruit: an electrical impedance study. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, 1997, Vol. 25: 149-157 acessado 1/07/2006.

HARPER, H. P. **Manual de química fisiológica**, 3 ed. São Paulo, Atheneu Editora, 1973.

HATTON, T.T., W.F. Reeder; and C.W. Campbell. 1965. Ripening and storage of Florida mangoes. **USDA Mktg. Res. Report No. 275**, 1965.

HELBIG, V. E. Ponto de colheita e tempo de armazenamento refrigerado na conservação de ameixas (*Prunus salicina*, L) cvs. Pluma 7 e Wade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 16., 1998, Rio de Janeiro, RJ. **Anais...** Rio de Janeiro: SBCTA, 1998. v. 2, p. 110.

HEMEDA, H.M.; KLEIN, B.P. Inactivation and regeneration of peroxidase activity in vegetable extracts treated with antioxidants. **J. Food Sci.**, Chicago, v. 56, n. 1, p. 68-71, 1991.

HONG, J.H.; MILLS, D.J.; COFFMAN, B.; ANDERSON, J.D.; CAMP, M.J.; GROSS, K.C. Tomato cultivation systems affect subsequent quality of fresh-cut fruit slices. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 126, n.6, p. 729-735, 2000.

HUBER, D. J. Polyuronide degradation and hemicelulose modifications in ripening tomato fruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 108, n. 3, p. 405-409, May 1983.

HUBER, D.J. The role of cell wall hydrolases in fruit ripening. **Horticultural Reviews** 5:169-219, 1983.

JAGELS, R. Photosynthetic apparatus in Selaginella. Changes in plastid ultrastructure and pigment content under different light and temperature regimes. *Canadian Journal of Botany*, Ottawa, v.48, p.1853-1860, 1970.

JEN, J.J., ROBINSON, M.L.P. Pectolytic enzymes in sweet bell peppers (*Capsicum annuum* L.). **Journal of Food Science** 49(4):1085-1087, 1984.

JINDAL, K. K.; PAL, S.; CHAUHAN, P. S.; MANKOTIA, M. S. Effect of Promalin and Mixtalol on fruit growth, yield efficiency and quality of "Starking Delicious" apple. In THE INTERNATIONAL HORTICULTURAL CONGRESS, 26., 2002, Toronto. *Proceeding...* Toronto, Canada: ACTA Horticulturae, 2002. p.372.

JOÃO, P.L.; ROSA, J.I. da; FERRI, V.C.; MARTINELLO, M.D.; **Levantamento da Fruticultura Comercial do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2002. (Série Realidade Rural, 28).

KADER, A. A. Persimmon disorders: chilling injury. **Perishables handling newsletter**, v.8,p. 86, 1996.

KADER, A. A. Postharvest technology of horticultural crops. 2 ed. Oakland: Division of Agricultural and Natural Resources, University of California, 1992. 296p.

KADER, A.A. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. **Food Technol.** 40 (5): 99-104, 1985

KASHYAP, D. R.; CHANDRA, S.; KAUL, A.; TEWARI, R.; WORLD, J. **Microbiology Biotechnology** , 16, 277. 2000.

KATO, K. Astringency removal and ripening as related to temperature during the astringency removal by ethanol in persimmon fruits. **Japanese Society for Horticultural Science Journal**, Tokyo, v.55, n.4, p.498-509, 1987.

KAVRAYAN, D.; AYDEMIR, T. Partial purification of polyphenoloxidase from peppermint (*Mentha piperita*), **Food Chemistry** v 74, p. 147-154, 2001.

KAWADA, K. **Use of polymeric films to extend postharvest life and improve marketability of fruits and vegetables**. In: _____. Unipack: individually wrapped storage of tomatoes, oriental persimmons and grapefruit. [S.l.: s.n.], 1982. p. 87

KEEVER, G. J.; FOSTER, W. J. O.; WEST, M. S. Increasing "Bradford" pear crotch angles and lateral shoot counts with Benzyladenine and Promalin sprays. **Hortscience**, Alexandria, v.28, n.6, p.678, 1993.

KONNO, H.; YAMASAKI, Y.; KATOH, K. Degradation of p[ectic polysaccharides extracted from suspension cultures of carrot by purified exo-polygalacturonase. **Plant Physiology**, Washington, v.61, p.20-26, dec. 1983.

LEDHAM, L. R. **Escurecimento pós-colheita da casca e qualidade sensorial de frutos de lichia (*Litchi chinensis* Sonn.)** 1994. 67f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa MG, 1994.

LEE, S. K.; SHIN, L. S.; PARK, Y. M. Factors involved in skin browning of non astringency 'Fuyu' persimmon. **Acta Horticulturae**. Wageningen, n. 343, p. 300-303, 1993.

LEE, Y.J. Browning disorders of "Fuyu" persimmon fruit caused by low oxygen and low temperature in modified atmosphere storage. **Journal of the Korean Society for Horticultural Science**, v.42, n.6, p.725-731, 2001.

LEITE, K. M. da S.C. Partial purification, heat stability and kinetic characterization of the pectin methyl esterase from Brazilian guava, Paluma cultivars. **Food Chemistry**, London, v.94, p. 565-572, 2006.

LEVITT, J. **Responses of Plants to Environmental Stresses**: chilling, freezing, and high temperature stresses. 2. ed. New York: Academic Press, 1980. 497p.

LOONEY, N. E. Effect of gibberellins based plant bioregulators on fruit quality. In: **The fruit physiology: Growth and Development**. Washington: Good Fruit Grower, p. 1-165, 1996.

LUPETTI, K. O.; RAMOS, L. A.; FATIBELLO, O. F. **Química Nova**, 2003, 26, 197

LYONS, J.M. Chilling injury in plants. **Annual Review of Plant Physiology**, Rockville, v. 24, p.445-466, 1973.

MAcRAE, E.A. Development at chilling injury in New Zealand grown fuyu' persimmon during storage. New Zealand **Journal of Experimental Agriculture**, Auckland, n.15, p.333-344, 1987.

MAIORANO, A. E.; **Tese de Doutorado**, Universidade de São Paulo, Brasil, 1990.

MANESS, N.O.; BRUSEWITZ, G. H.; MCCOLLUM, T. G.. Internal variation in peach fruits firmness. **HortScience**, Alexandria, v.27, n.8, p.903-905, 1992.

MANGRICH, M.E.; SALTVEIT, M.E. Heat shocks reduce chilling sensitivity of cotton, kenaf, okra, and rice seedling radicles. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 125, n. 3, p. 377-382, 2000.

MARKS, M. J.; ANDREWS, L. The response of Bramley's seedling apple trees grown on different rootstocks to spring and autumn applied nitrogen. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 274, p.321-329, 1990.

MARSHALL, M. R.; KIM, J.; WEI, C. I. **Enzymatic browning in fruits, vegetables and seafoods**. 2000. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/Ags/agsil/ENZYMEFINAL/Enzymatic%20Browning.html>>. Acesso em: 16 jan. 2007.

MARTINÉZ, M.V.; WHITAKER, J.R. The biochemistry and control of enzymatic browning, **Trends in Food Science and Technology** v. 6, p. 195- 200, 1995.

MARTINS, C. R.; GIRARDI, C. L.; CORRENT, A. R.; SCHENATO, P. G.; ROMBALDI, C. V. Períodos de refrigeração antecedendo o armazenamento sob atmosfera controlada na conservação de caqui 'fuyu'. **Ciência agrotécnica**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 815-822, jul./ago., 2004.

MARTINS, F.P.; PEREIRA, F.M. **Cultura do caquizeiro**. Jaboticabal. FUNEP. Editora Legis Lumma, 1989. 71p.

MEDLICOTT, A.P., J. M. Sigrist; and O. Sy. Ripening of mangoes following low temperature storage. J. American **Soc. HortScience**. 115: 430-434, 1990.

MILLER, G. L., Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, vol.31, n°3, pp. 426-428, 1959.

MITCHAM, J.E.; CRISOSTO, C.H.; KADER, A.A. **Recommendations for maintaining postharvest quality**. Davis: Department of Pomology, University of California, 1998. 120p.

MORRIS, L.L. Chilling injury of horticultural crops: an overview. **HortScience**, Alexandria, v.17, n.2, p.157-158, 1982.

MOURA, M. A. de **Efeito da embalagem e do armazenamento no amadurecimento do caqui (*Diospyros kaki* L.) cultivar Taubaté**. 1995, 56 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa MG, 1995.

MUÑOZ, T.; RUIZ-CABELLO, J.; MOLINA-GARCÍA, A.D.; ESCRIBANO, M.I.; MERODIO, C. Chilling temperature storage changes the inorganic phosphate pool distribution in cherimoya (*Annona cherimola*) fruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 126, n.1, p. 122-127, 2001.

MURRAY, R. & VALENTINI, G. Storage and quality of peach fruit harvest at different stages of maturity. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.2, n.465, p. 455-463, 1998.

NEVES, L. T. B. C. **Atmosfera modificada e absorção de etileno no armazenamento refrigerado de caquis (Diospyros kaki, L) cv. Fuyu. 2002.** 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2002.

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

NISHIBA, I.; MURATA, N. Chilling sensitivity in plants and cyanobacteria: The crucial contribution of membrane lipids. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Rockville, v. 47, p. 541-568, 1996.

O'HARE, T.J., PRASAD, A. The effect of temperature and carbon dioxide on chilling injury symptoms in mango. **Acta Horticulturae**. 343: 244-250, 1993.

OOGAKI, C.; WANG, H.G.; GEMMA, H. Physiological and biochemical characteristics and keeping qualities of temperate fruits during chilled storage. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 379, p. 337-344, 1990.

PEARSON, D. **Técnicas de laboratório para el análisis de alimentos**. Acribia S.A, Zaragoza- España, 331p. 1986.

PENTEADO, S. R. **Fruticultura de clima temperado em São Paulo**. Campinas: Fundação Cargil, 1986.173p.

PETRI, J. L. **Efeito do uso de Promalina na cultura da macieira**. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO (ENFRUTE:), 6., 2003, Fraiburgo. Anais... Fraiburgo: Epagri, 2003. v.1, p.197-202.

PRESSEY, R.; AVANTS, J. K. Solubilization of cell walls by tomato polygalacturonase: effects of pectinesterases. **Journal of Food Biochemistry**, Westport, v. 6, n. 1, p. 57-74, Mar. 1982.

PRIVÉ, J. P.; ELFVING, D. C.; PROCTOR, J. T. A. Paclobutrazol, Gibberellin and Cytokinin Effects on Growth, Development, and Histology of Apple Pedicel and Fruits. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.114, n.2, p.273-278, 1989.

RAUPP, D. S.; AYUB, R. A.; AMARAL, M. C. M.; DABUL, A. N. G.; SIMA, C. PORFIRIO-DA-SILVA, L. C. Passas de caqui 'Fuyu': processamento e aceitabilidade **Acta Scientiarum. Agronomy**, Vol. 30, No 1 (2008)

REN, C.; KERMONDE, A.R. An increase in pectin methyl esterase activity accompanies dormancy breakage and germination of yellow cedar seeds, **Plant Physiology** v. 124, nº 1, p. 231-242, 2000

RESENDE, J. M.; CHITARRA, M. I. F.; MALUF, W, R.; CHITARRA, A, B. Qualidade pós-colheita em genótipos de tomate do grupo multilocular. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 15, n. 2, p. 92-98, nov. 1997.

RINALDI, M. M.; FERRI, V. C.; ROMBALDI, C. V. **Frigoconservação de caquis (Diospyros kaki, L) cv. Fuyu, em atmosfera modificada**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 16., 1998, Rio de Janeiro, RJ. Anais.Rio de Janeiro: SBCTA, 1998. v. 2, p. 415-420.

ROMBALDI, C. V. Armazenamento de caqui. **Jornal da Fruta**, n.232, p.4. 1999.

SAKAI, T.; SAKAMOTO, T.; HALLAERT, J.; VANDAMME, E.; **Adv. Appl. Microbiol.** 39, 213. 1993.

SÁNCHEZ, M.T. Food texture: concept and measurement **Alimentaria**, mayo,p.29-33, 1996.

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.

SARRIA, S.D. **Comportamento pós colheita de caqui (diospyrus kaki: Avaliação física e química.** 1998, 72 f. Dissertação (mestrado em engenharia agrícola). Universidade estadual de Campinas SP, 1998.

SARRIA, S.D., HONORIO, S.L. Caracterização física do caqui (diospyrus kaki) para dois períodos de colheita. In: CONBEA, **Anais** do XXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Campina Grande PB 26, 1997.

SATAQUE, E.Y. ; WOSIACKI, G. Caracterização da polifenoloxidase de maçã (variedade Gala). Arquivos de Biologia e Tecnologia. Curitiba, v. 30, n. 2, p. 287-299, 1987.

SEIBERT, E.; BARRADAS, C. I. N.; ARAÚJO, P. J. de; BENDER, R. J. Effects of ethephon and cold storage on ripening of 'Packham's Triumph' pears. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35 n.1, p. 55-62, 2000.

SENDER, et al Sugar and nonvalatile acid composition of persimmons during maturation. **Journal of Food Science**, Chicago, v.56,n.4, p 989-991, 1991.

SERRADELL, M. A.; ROZENFELD, P. A.; MARTÍNEZ, G. A.; CIVELLO, P. M.; CHAVES, A. R.; AÑÓN, M. C. Polyphenoloxidase activity from strawberry fruit (*Fragaria ananassa*, Duch., cv Selva): characterization and partial purification, **Journal of the Science of Food and Agriculture** v. 80, p.1421-1427, 2000.

SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. Biochemistry of fruit ripening: **Persimmon**. London: G. B. SEYMOUR, J. E. TAYLOR, G. A. TUCKER, 1993.

SILVA, P. R., BAPTISTELA, C. S. L., FRANCISCO, V.L.F.S. **A cultura do caqui em São Paulo**. disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/vertexto.php?codtexto=2508>, acessado em 02 de fevereiro de 2007.

SINGLETON, R.M.; BASSLER, G. C.; LAMUELA-RAVENTOS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Methods in Enzymology**, New York, v. 299, p. 152-178, 1999.

SIRIPHANICH, J. & KADER, A. Effects of CO₂ on total phenolics phenylalanine ammonia lyase and polyphenol oxidase in lettuce tissue. **Journal American sociedade horticult sci.** 110(2):249-253 1985.

SISLER, E.C. Ethylene binding components in plants. In: MATTOO, A. K.; SUTTLE, J. C. (Ed.). **The plant hormone ethylene**. Boca Raton: CRC Press, 1991, p.81-99.

TASNEEM, Azra. **Postharvest treatments to reduce chilling injury symptoms in stored mangoes**. Thesis submitted to Graduate and Post-Doctoral Studies Office in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science. Department of Bioresource Engineering Macdonald Campus of McGill University Ste-Anne-de-Bellevue, QC, H9X 3V9 Canada June, 2004.

TEISSON, C. Le brunissement interne de l'ananas. I-Historique. II-Material et méthodes. **Fruits**, Paris, v.34, n.4, p.245-281, avr. 1979.

THOMAS, P., and OKE, M.S. Improvement in quality and storage of "Alphonso" mango by cold adaptation. **Sci. Hort.** 19: 257-267. 1983.

TURK, R. The cold storage of persimmons (*Diospyros kaki* cv. *Fuyo*) harvested at different maturities and the effect of different CO₂ applications on fruit ripening. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.343, p.190-194, 1993.

UENOJO, M.; **Dissertação de Mestrado**, Universidade Estadual de Campinas, 2003.

VALENT BIOSCIENCES. Disponível em: <<http://www.valentbiosciences.com>>. Acesso em: 21 fev. 2007.

VASCONCELOS, A. R. D. **Utilização de cloreto de cálcio e atmosfera modificada na conservação de caqui cv fuyu**. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos). Universidade Federal de Lavras, Lavras MG, 2000.

VERSTEEG, C.; ROMBOUTS, F. M.; SPAANSEN, C. H. Thermo stability and orange juice cloud destabilizing properties of multiple pectinesterases from orange, **Journal of Food Science** v. 45, p. 969-998, 1980.

VIEGAS, P. R. A. Características químicas e físicas do mamão (*Carica papaya* L.) cultivares "Sunrise solo" e "Formosa" relacionados ao ponto de colheita. 1992. 82f Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade de Viçosa-UFV, Viçosa.

VIGYÁZO-VÁMOS, L. Polyphenol oxidase and peroxidase in fruits and vegetables. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, Boca Raton, v. 20, p. 49-127, 1981.

WAKABAYASHI, K. J. **Plant Res.** **113** (2000) 231-237

WANG, C.Y. Chilling injury of tropical horticultural commodities. **HortScience**, Alexandria, v.29, n.9, p. 986-988, 1994.

WARDLAW, C. W. and LEONARD, E. R. **The Storage of West Indian mangoes**. Imperial College Tropical Agriculture, Trinidad, Low Temperature Research Station, Memorandum No. 3: pp.47, 1936.

WENG, Z. et al. Immobilized peroxidase: A potential bioindicator for evaluation of thermal processes. *J. Food Sci.*, Chicago, v. 56, n. 2, p. 567- 570, 1991.

WESTWOOD, N. M. Fruticultura de zonas templadas. Madrid: **Mundiprensa**, 1982.

WHITAKER, J. R.; **Principles of Enzimology for the Food Sciences**, 2. ed., Marcel Dekker, Inc.: New York, p. 425 436. 1994.

WILLS , R. H. ; LEE,T.H.; GRAHAM,D.; MCGLASSON, W.B; HALL,E.G. **Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruits and vegetables**. Londres: Granada, 1981, 162p.

WOOLF, A.B.; WATKINS, C.B.; BOWEN, J. H.; LAY-YEE, M.; MAINDONALD, J. H.; AND FERGUSON, I.B. Reducing external chilling injury in stored 'Hass' avocados with dry heat treatments. **Journal of American Society Horticulture Science**. 120: 1050-1056, 1995.

WOOLF, A.B.; BALL, S.; SPOONER, K.J. et al. Reduction of chilling injury in the sweet persimmon 'Fuyu' during storage by dry air heat treatments. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.11, n.3, p.155-164, 1997.

ZHOU, H.W., DONG, L., BEN-ARIE, R., LURIE, S.,. **The role of ethylene in the prevention of chilling injury in nectarines**. *J. Plant Physiol.* 158, 55-61, 2001.

ZHOU, H.W., BEN-ARIE, R., LURIE, S. Pectin esterase, polygalacturonase and gel formation in peach pectin fractions. *Phytochemistry*. 55, 191-195, 2000a

ZHOU, H.W., LURIE, S., LERS, A., KHAŠTCHITSKI, A., SONEGO, L., BEN ARIE, R.
Delayed storage and controlled atmosphere storage of nectarines: two strategies to prevent woolliness. Postharvest Biol. Technol. 18, 133-141, 2000b