

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

EMANUELA MARIANO DOS SANTOS

**APLICAÇÃO PÓS-COLHEITA DE RESVERATROL EM FRUTOS DE
CAQUI “FUYU” E “GIOMBO” (*Diospyrus kaki L.*)**

PONTA GROSSA

2008

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

EMANUELA MARIANO DOS SANTOS

**APLICAÇÃO PÓS-COLHEITA DE RESVERATROL EM FRUTOS DE
CAQUI “FUYU” E “GIOMBO” (*Diospyrus kaki L.*)**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Ponta Grossa para obtenção do Título de Mestre em Agronomia, área de concentração em Agricultura.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maristella Dala Pria

PONTA GROSSA

2008

Ficha Catalográfica Elaborada pelo Setor de Processos Técnicos BICEN/UEPG

S237a Santos, Emanuela Mariano dos
Aplicação pós-colheita de Resveratrol em frutos de caqui "Fuyu" e
"Giombo" (*Diospyros kaki L.*)/ Emanuela Mariano dos Santos. Ponta
Grossa, 2009.
44f.
Dissertação (Mestrado em Agronomia – Área de Concentração em
Agricultura) - Universidade Estadual de Ponta Grossa.
Orientadora: Profa. Dra. Maristella Dalla Pria

1. Resveratrol. 2. Firmeza de polpa. 3. Armazenamento.
4. Qualidade de fruto. I. Dalla Pria, Maristella. II. T.

CDD : 634.45



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
Coordenação de Colegiado de Curso de Mestrado em Agronomia

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Titulo da Dissertação: "APLICAÇÃO PÓS-COLHEITA DE RESVERATROL EM
FRUTOS DE CAQUI "FUYU" E "GIOMBO" ",

Nome: Emanuela Mariano dos Santos

Orientadora: Maristella Dalla Pria

Aprovado pela Comissão Examinadora:


Profª. Dra. Maristella Dalla Pria


Profª. Dra. Solange Maria Bonaldo


Profª. Dra. Silvana Ohse

Data da Realização: 15 de dezembro de 2008.

Este trabalho é dedicado com muito amor ao meu marido, Marcos Aurélio, por tamanha compreensão e carinho nos momentos de dificuldades, aos meus filhos Marcos Henrique e Ana Clara, anjinhos da minha vida, ao meu pai Darcy em especial, pelo exemplo de vida e determinação, minha mãe Maria do Rocio e meus irmãos Amanda, Carolina e Gabriel pela ajuda, apoio, estímulo e amor.

A todos muito obrigada!!!

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo Seu imenso amor e misericórdia por me permitir chegar até aqui. Razão pelo qual existo.

A Universidade Estadual de Ponta Grossa e ao curso de pós-graduação em Agronomia pela oportunidade de aperfeiçoamento.

À minha orientadora, Professora Dr^a Maristela Dalla Pria, pela orientação, dedicação, paciência e principalmente pelo estímulo para seguir em frente.

Ao Professor Dr. Ricardo Antonio Ayub pela oportunidade do trabalho.

Aos professores do curso de pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Ponta Grossa pelos ensinamentos e formação profissional.

Ao colega Marcelo Barbosa Malgarim e a Agropecuária Boutin Ltda pela doação dos frutos.

Ao técnico do Laboratório de Biotecnologia Vegetal Wilson Padilha de Oliveira pelo auxílio para a realização do trabalho.

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

Tendo em vista a alta perecibilidade do fruto de caqui, o aumento crescente da produção e as elevadas perdas pós-colheita deste produto objetivou-se avaliar o efeito do tratamento pós-colheita em solução aquosa de resveratrol. O trabalho foi conduzido no Laboratório de Biotecnologia Vegetal da Universidade Estadual de Ponta Grossa em abril/maio de 2007. Os frutos foram imersos durante cinco segundos em solução aquosa de resveratrol nas doses de 1000; 2000 e 3000 mg.L⁻¹ para a cultivar Fuyu e nas doses de 4000; 5000 e 6000 mg.L⁻¹ para a cultivar Giombo. Os frutos foram armazenados em câmara fria a 0±2°C e UR 95±2%. Os frutos da cultivar Fuyu permaneceram armazenados por 0; 15; 30 e 45 dias e da cultivar Giombo por 0; 7; 15; 21 e 28 dias e então retirados da refrigeração e mantidos por 2 dias em câmara de aclimatação à 25°C a fim de simular o ambiente de comercialização. Os frutos foram avaliados com relação à perda de massa, firmeza, sólidos solúveis totais, pH da polpa, acidez total titulável e vitamina C. Observou-se que o resveratrol não preservou a firmeza da polpa e nem manteve o peso dos frutos de caqui das cultivares Giombo e Fuyu. O teor de sólidos solúveis variou de 16 a 22 °Brix e a acidez dos frutos de caqui variou em função da cultivar. Os valores de pH dos frutos de caqui cultivar Giombo permaneceram na faixa de 5,13 a 5,54, e para a cultivar Fuyu entre 5,0 e 5,92. O tratamento com resveratrol afetou negativamente os teores de vitamina C.

Palavras-chave: resveratrol, firmeza de polpa, armazenamento, qualidade de fruto

ABSTRACT

Knowing about the perishability of the persimmon, the raising of the production and the high losses after harvest of this product it was needed to evaluate the effect of the after harvest treatment in water solution of resveratrol. The research was done at the University of Ponta Grossa Vegetable Biotechnology Lab in april/march of 2007. The fruits were immerse during five seconds in water solution of resveratrol in doses of 1000;2000 and 3000 mg.L⁻¹ to cultivate Fuyu and in doses of 4000;5000 and 6000 mg.L⁻¹ to cultivate Giombo. The fruits were stocked in a cold chamber at 0±2° C and ur 95±2%. The Fuyu fruits stood stocked for 0;15;30 and 45 days and the Giombo fruits for 0; 7; 15; 21 and 28 days and then took off refrigeration and maintained for 2 days in a acclimation chamber at 25°C to simulate the comercial environment. The fruits were evaluated on weight loss, fortitude, total soluble solids, pulp Ph, total acidity and vitamin C. It was observed that the resveratrol didn't preserve the pulp fortitude and didn't maintain the Giombo or Fuyu fruits weight. The soluble solids grade varied from 16 to 22°Brix and the acidity of the fruits varied from Fuyu to Giombo. The pH value from the Giombo fruits stayed in the range of 5,13 to 5,54 , and the Fuyu fruits between 5,0 and 5,92. The resveratrol treatment affected in a negative way the vitamin C grades.

Keywords: resveratrol, pulp fortitude, stocking, fruit quality.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

TABELA 1 - Firmeza da polpa e perda de peso de frutos de caqui, cultivares Giombo e Fuyu, tratados com Resveratrol. Média de oito repetições.....	28
TABELA 2 - Firmeza da polpa (N) e perda de peso (gramas) de frutos de caqui, cultivar Giombo e Fuyu, tratados com diferentes doses de Resveratrol. Médias de quatro repetições.....	30
TABELA 3 - Sólidos Solúveis (°Brix) em frutos de caqui cultivares Giombo e Fuyu tratados com diferentes doses de resveratrol e armazenados por diferentes períodos. Média de quatro repetições.....	31
TABELA 4 - Acidez titulável (% de ácido málico) em frutos de caqui, cultivares Giombo e Fuyu, tratados com diferentes doses de resveratrol e armazenados por diferentes períodos. Média de quatro repetições.....	33
TABELA 5 - Ph em frutos de caqui, cultivares Giombo e Fuyu, tratados com diferentes doses de resveratrol e armazenados por diferentes períodos. Média de quatro repetições.....	34
TABELA 6 - Teor de vitamina C (mg) em frutos de caqui, cultivares Giombo e Fuyu, tratados com diferentes doses de resveratrol e armazenados por diferentes períodos. Média de quatro repetições.....	36

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
	1.2 OBJETIVOS.....	10
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	11
	2.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DO CAQUI.....	11
	2.2 INTEGRIDADE DO FRUTO.....	12
	2.3 FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE E A DETERIORAÇÃO DAS FRUTAS EM PÓS-COLHEITA.....	14
	2.3.1 Respiração.....	14
	2.3.2 Produção de etileno.....	15
	2.3.3 Alteração na composição.....	16
	2.3.4 Transpiração.....	17
	2.3.5 Injúria por frio.....	18
	2.4 RESVERATROL.....	18
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	22
	3.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	22
	3.2 FRUTOS DE CAQUI E CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO.....	22
	3.3 TRATAMENTO PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DE CAQUI CULTIVAR FUYU COM RESVERATROL.....	23
	3.4 TRATAMENTO PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DE CAQUI CULTIVAR GIOMBO COM RESVERATROL.....	23
	3.5 VARIÁVEIS AVALIADAS NOS EXPERIMENTOS.....	23
	3.5.1 Preparo da amostra.....	24
	3.5.2 Perda de massa dos Frutos.....	24
	3.5.3 Firmeza de Polpa.....	24
	3.5.4 Sólidos Solúveis.....	25
	3.5.5 Acidez Titulável.....	25
	3.5.6 pH da Polpa.....	25
	3.5.7 Vitamina C.....	26
4	RESULTADO E DISCUSSÃO.....	27
5	CONCLUSÕES.....	37
	REFERÊNCIAS.....	38
	ANEXOS.....	42

1 INTRODUÇÃO

A cultura do caqui (*Diospyrus kaki L.*) vem crescendo no Brasil, principalmente nos Estados do Sul do País. A expansão da cultura no Brasil ocorreu a partir de 1980, sendo atualmente o segundo produtor mundial da fruta. A produção de caqui se destina, na sua quase totalidade, ao consumo com a fruta fresca, no mercado interno, para onde é enviada em diversos tipos de embalagem (SATO; ASSUMPÇÃO, 2002). Entretanto, existem vários entraves na comercialização, como a colheita muito concentrada em determinadas épocas do ano e a falta de unidades armazenadoras, que necessitam ser sanados para maior rentabilidade do produtor.

Quanto à conservação, os caquis são perecíveis, tendo um potencial de conservação pós-colheita relativamente curto (15 a 30 dias) em câmaras frias sob refrigeração. Pesquisas evidenciaram a possibilidade de se poder estender a vida pós-colheita de frutos de caqui, pelo uso de frigidificação (SATO; ASSUMPÇÃO, 2002).

A grande procura da humanidade por meios que favoreçam uma vida saudável tem impulsionado pesquisas por novas substâncias que prolonguem a conservação dos frutos e hortaliças (LIMA et al., 2000). Entre estas substâncias encontra-se os polifenóis. Dentre os polifenóis, encontra-se o resveratrol, fitoalexina produzida por diversas plantas como o eucalipto, amendoim, amora e também em uvas. Na uva esta fitoalexina é sintetizada na casca em resposta ao estresse causado por ataque fúngico (*Botrytis cinera e Plasmopora viticula*), danos mecânicos ou por irradiação de luz ultravioleta (SAUTTER et. al., 2005). O resveratrol é sintetizado naturalmente na planta sob duas formas isômeras: trans-resveratrol (trans-3,5,4-trihidroxiestilbeno) e cis-resveratrol (cis-3,5,4-trihidroxiestilbeno). O isômero trans-resveratrol é convertido para cis-resveratrol em presença da luz visível, pois esta forma é mais estável.

Nos últimos anos vem crescendo a exigência do mercado consumidor por alimentos mais saudáveis, sem resíduos de defensivos agrícolas. Neste contexto, pesquisadores têm buscado métodos alternativos para combater doenças e pragas.

A indução de resistência a fitopatógenos, através de substâncias naturais, em pós-colheita é um estudo em expansão, que vem alcançando resultados promissores nos últimos anos (BENATO; SIGRIST; ROCHA, 2003).

O resveratrol tem sido estudado como alternativa pós-colheita para o controle de podridões em frutas. Este produto pode ser encontrado naturalmente em mais de 70 espécies de vegetais, com aplicação em fitoterápicos, fármacos ou alimentos, em função de suas propriedades nutracêuticas (LATRUFFE; DELMAS; JANNINM, 2002).

1.2 OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de doses de resveratrol na conservabilidade e vida útil pós-colheita de frutos de caqui cultivares Fuyu e Giombo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DO CAQUI

A planta de caqui (*Diospyrus kaki* L.) é originária do continente asiático, onde é cultivada há séculos, muito difundida no Japão e na China de onde se expandiu para vários países do mundo tanto de clima temperado como tropical. No Brasil, há evidências de que a cultura do caqui entrou pela primeira vez através do Estado de São Paulo, por volta de 1890. Atualmente é cultivado nas regiões Sul e Sudeste, onde ocorrem condições climáticas favoráveis ao seu desenvolvimento, sendo o Estado de São Paulo o maior produtor (MARTINS et al., 1989).

Pertence à família Ebenaceae, reunindo mais de 200 espécies produtora de frutos ou ornamentais. Das espécies utilizadas para comercialização a *Diospyrus kaki* é a mais cultivada, devido à qualidade de seus frutos (MATOS, 1993). Dentre as cultivares existentes há um interesse maior nos frutos com característica sem tanino, que podem ser consumidos imediatamente após a colheita. A cultivar Fuyu é citada como a principal cultivar em exploração atualmente, pois apresenta frutos grandes, não adstringentes e de coloração interna amarelo-avermelhada e desprovida de sementes (BRACKMANN; SAQUET, 1995). O período de maturação da cultura ocorre de fevereiro até maio, sendo que após esse período há escassez do produto no mercado.

As variedades e cultivares comerciais de *D. kaki* são enquadradas em três tipos: 1- Sibugaki, sempre taninosos, com ou sem sementes, como: Taubaté, Pomelo, Rubi, IAC 5 etc. 2- tipo Amagaki, sempre doces, não taninosos, com ou sem sementes: como Fuyu, Fuyuhana, Jiró Fuyugaki, etc. 3- Tipo variável, possuem polpa amarelada e alguns exemplos são: Rama Forte, Giombo, Luiz-de-Queiroz, Kaoru, Karioka, Chocolate etc. (PENTEADO, 1986)

Os açúcares predominantes na polpa dos frutos de caqui são frutose, glucose e sacarose 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 (BENATO; SIGRIST; ROCHA, 2008).

A cultivar Fuyu esta dentro das principais cultivares recomendadas para o cultivo comercial no Estado de São Paulo em condições de clima subtropical-temperado. O fruto é de tamanho grande, formato arredondado possuindo ou não sementes, nunca é taninoso. De sabor muito doce e agradável, com polpa firme e coloração amarelo avermelhado. É uma cultivar recomendada para regiões frias, a ser colhido nos meses de abril a maio (PENTEADO, 1986).

Dados do IBGE mostram que no ano de 2006 o Brasil colheu uma área de 8.534 ha, produziu 168.274 toneladas do fruto, tendo um rendimento médio de 19.718 kg.ha⁻¹ e um aumento na produção de 2,1%. A cidade de Moji das Cruzes/SP, apresentou a maior área colhida, com 1.225 ha e produção de 36.400 toneladas, com rendimento de 29.714 kg.ha⁻¹. No estado do Paraná a cidade com maior área plantada foi Campina Grande do Sul, com uma área colhida de 812 ha, 13.812 tonelada de frutos colhidos e rendimento médio de 17.009 kg.ha⁻¹(IBGE, 2006)

2.2 INTEGRIDADE DO FRUTO

As perdas em quantidade e qualidade afetam os produtos agrícolas entre a colheita e o consumo. A perda pós-colheita dos frutos “in natura” gira em torno de 5 a 25% nos países desenvolvidos e de 20 a 50% nos países em desenvolvimento, dependendo do produto (SARRIA, 1998).

O caqui é um fruto climatérico que possui a capacidade de continuar com seu processo fisiológico após a colheita, e também possui alto conteúdo de água sendo suscetível à

desidratação, danos mecânicos e ataque de microrganismos, fatores que aceleram a senescência (SARRIA, 1998).

A conservação do caqui depende principalmente das condições de armazenamento. No entanto, os fatores pré-colheita, como sanidade do pomar, nutrição mineral e ponto de maturação não são menos importantes. As condições de temperatura e umidade relativa (UR) das câmaras são os fatores mais importantes no armazenamento, e o uso de atmosfera controlada (AC), atmosfera modificada (AM) e absorção de etileno podem melhorar a qualidade dos frutos (BRACKMANN; DONAZZOLO, 2000).

O armazenamento em câmara fria de atmosfera normal continua sendo a técnica mais econômica e eficiente que permite conservar os frutos por um período não muito longo. O uso correto da atmosfera modificada ocorre quando a modificação da atmosfera atinge níveis de O_2 e CO_2 que retardam a atividade respiratória, porém não causam danos ao tecido vegetal (STEFFENS ET AL. (2007) E BRACKMANN E CHITARRA (1998).

Atualmente, no Brasil, essa técnica de conservação está sendo utilizada comercialmente para o transporte e armazenamento de um número limitado de frutas, as quais suportam baixos níveis de O_2 ou altos de CO_2 , como o morango e o caqui. Isto se deve ao alto risco de redução dos níveis de O_2 ou aumento do CO_2 dentro da embalagem, uma vez que a alteração nas pressões parciais dos gases se estabelece pelo balanço entre a taxa respiratória do produto embalado e a permeabilidade da embalagem aos gases (PEPPELENBOS et al., 1996; FONSECA et al., 2002 citados por STEFFENS et al.; 2007).

Sendo o caqui um fruto que, de modo geral, não é submetido a tratamentos fitossanitários em pós-colheita, os microrganismos que de algum modo contaminarem o fruto, ali permanecerão até o final da cadeia, com potencial de multiplicação de acordo com fatores ambientais e com o processo de amadurecimento e senescência do fruto (BENATO; SIGRIST; ROCHA, 2008).

A incidência de podridões durante o armazenamento, principalmente após intensas chuvas durante o período final de desenvolvimento do fruto, pode ser um fator limitante para o armazenamento prolongado, acarretando perdas significativas. Os patógenos, principalmente fungos, podem infectar os frutos durante seu desenvolvimento no campo ou após a colheita e durante o manuseio. Os principais patógenos causadores de podridões em caqui pós-colheita: *Rhizopus* sp., *Lasioidiplodia* sp., *Pestalotiopsis* sp., *Cladosporium* sp., *Phomopsis* sp., *Penicillium* sp., *Alternaria* sp. e *Colletotrichum* sp. (CIA, 2002).

Um dos fatores limitantes na cadeia produtiva do caqui esta na dificuldade de manter a qualidade do fruto até a época em que ela atinge maior valor para comercialização (NEVES et al.; 2001), uma vez que o período de colheita é relativamente curto, concentrando-se entre meados de abril a meados de maio.

2.3 FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE E A DETERIORAÇÃO DAS FRUTAS EM PÓS-COLHEITA

2.3.1 Respiração

Após a colheita, a respiração consiste no principal processo metabólico dos frutos o qual utiliza suas próprias reservas acumuladas durante o crescimento e a maturação, para se manterem vivos. A respiração é o processo que envolve a degradação oxidativa de compostos orgânicos, como amido, açúcares solúveis e ácidos orgânicos em moléculas mais simples, como gás carbônico e água, com a produção de energia (ATP) (CHITARRA; CHITARRA, 1990).

A taxa de perecibilidade dos frutos é geralmente proporcional à taxa respiratória. O caqui é classificado com taxa respiratória baixa a uma temperatura 5°C, correspondendo a faixa de 5 a 10 mgCO₂Kg⁻¹.h⁻¹ e 30-40 mgCO₂kg⁻¹ h⁻¹, à 25°C (KADER, 1992 citado por SARRIA, 1998).

Os frutos apresentam pico na taxa respiratória e subseqüentes mudanças na textura, cor, aroma, sabor, tornando-os comestíveis. Existe uma correlação entre a respiração e a produção de etileno, entretanto, pesquisas mostram que é baixa a produção de etileno de caquis (0,1-1,0 µL C₂H₄kg⁻¹h⁻¹, à 20°C) (BENATO; SIGRIST; ROCHA, 2008).

De maneira geral a velocidade das reações biológicas de um produto colhido aumenta duas a três vezes a cada 10°C de aumento de temperatura, dentro de uma faixa fisiológica. A taxa respiratória normalmente diminui logo após a transferência do fruto para uma temperatura mais baixa (FAGUNDES, 2004; KLUGE et al., 2002).

2.3.2 Produção de etileno

O etileno (C₂H₄) é um hormônio vegetal atuante em diversas fases do crescimento e desenvolvimento mas principalmente no amadurecimento das frutas climatéricas (KLUGE et al., 2002).

A conservação dos frutos climatéricos deve ter como objetivo a inibição ou redução da síntese e dos efeitos do etileno, de forma a retardar o processo de amadurecimento (AWAD; SUZUKAWA, 1975 citados por GONZALES; AYUB ; WERLANG, 2004). O armazenamento a baixa temperatura diminui a taxa de produção de etileno em frutos “in natura”, reduzindo a concentração de O₂ e elevando os níveis de CO₂. Uma das formas de controle da produção de etileno pode ser realizada pela aplicação de reguladores vegetais.

Ferri et al. (2002) verificando o controle da maturação de caquis cultivar Fuyu com o uso de AVG (aminoethoxivinilglicina) em pré-colheita concluíram que a utilização deste regulador

possibilitou o armazenamento em temperatura ambiente ($23 \pm 3^{\circ}\text{C}$ e $75 \pm 5\%$ UR) por período de 20 dias, superando em 8 dias em comparação com a testemunha.

A aplicação pós-colheita de AVG mantém a firmeza do fruto, em uma proporção linear à dose aplicada. Isto é associado ao efeito positivo da aplicação do produto na diminuição da atividade metabólica da parede celular especialmente pela redução da produção de etileno em frutos tratados (PECH et al. 1994 citado por FAGUNDES et al., 2006).

A partir dos resultados obtidos por Gonzalez, Ayub; Werlang (2005), é possível afirmar que a dose de $830 \text{ g} \cdot 1000\text{L}^{-1}$ de aminoethoxivinilglicina melhora as características físico-químicas de frutas de caqui cultivar Fuyu.

Em alguns casos faz-se necessário a obtenção da homogeneidade de amadurecimento, sendo utilizada uma fonte exógena de etileno (MOURA et al., 1997). O ethephon (ácido 2-cloroetil fosfônico) é um regulador vegetal e estimulante, o qual tem sido utilizado para melhorar a coloração dos frutos e antecipar a colheita. Este composto acelera o amadurecimento das frutas que apresentam um aumento rápido de respiração na fase final do seu desenvolvimento (AWAD e SUZUKAWA, 1975 citado por FAGUNDES, 2004). Este ainda apresenta efeitos benéficos sobre os atributos de qualidade, como acidez, teor de sólidos solúveis e firmeza da polpa (SEIBERT et al., 2000 citado por FAGUNDES, 2004).

2.3.3 Alteração na composição

O termo amadurecimento de frutos refere-se a mudanças no fruto que o tornam pronto para ser consumido. O processo de maturação corresponde a um processo fisiológico irreversível que estabelece o final do desenvolvimento e início da senescência de um fruto. Algumas modificações que ocorrem nesta fase são: maturação das sementes, alterações na coloração, mudanças nas taxas respiratórias e na produção de etileno, modificações na permeabilidade dos

tecidos e amolecimento, como consequência das mudanças na composição das substâncias pécnicas (CHITARRA; CHITARRA, 1990).

Tais mudanças incluem caracteristicamente o amolecimento do fruto devido a quebra enzimática das paredes celulares, a hidrólise do amido ao acúmulo de açúcares e ao desaparecimento de ácidos orgânicos e de compostos fenólicos, incluindo os taninos. Por muito tempo, o etileno tem sido reconhecido como hormônio que acelera o amadurecimento de frutos. A exposição desses frutos ao etileno apressa os processos relacionados ao amadurecimento, sendo que um drástico aumento na produção de etileno acompanha o início do amadurecimento (TAIZ; ZEIGER, 2006).

2.3.4 Transpiração do Fruto

O teor de água na maior parte das frutas varia entre 80 e 95%, sendo grande quantidade perdida pelo processo de transpiração através dos estômatos, cutículas e lenticelas. A perda de água dos frutos causa perecibilidade, não apenas diretamente, devido a perda de peso comercial, mas também pela perda de aparência, qualidade textural (amolecimento e flacidez) e a perda da qualidade nutritiva (SARRIA, 1998).

De acordo com Sarria (1998) a taxa de transpiração é influenciada pelas características morfológicas e anatômicas do fruto, relação superfície-volume, danos na pele e estágio de maturidade. Temperatura, umidade relativa, velocidade do ar e pressão atmosférica são fatores ambientais que influenciam na taxa de transpiração

Os métodos utilizados para minimizar a perda de água são processos que incluem a elevada umidade do ar, a redução da temperatura, uso de filmes plásticos e tratamentos com óleos sintéticos ou comestíveis como por exemplo as ceras. (KADER, 1992 citado por SARRIA 1998

2.3.5 Injúria por frio

Tecidos vegetais que sofrem alguma injúria ocasionada por baixas temperaturas apresentam principalmente o sintoma denominado de “chilling”, que é o escurecimento da epiderme (FAGUNDES, 2004).

Em pesquisa realizada por Fagundes e Ayub (2006) utilizando o AVG observaram injúria por frio em 100% dos frutos em todos os tratamentos. Estes se tornaram translúcidos e de consistência pastosa após o esmagamento, evidenciando que o AVG não foi capaz de inibir o dano pelo frio.

2.4 RESVERATROL

A crescente restrição ao uso de fungicidas por questões de segurança alimentar, impacto ambiental e a grande procura da humanidade por meios que favoreçam uma vida saudável tem impulsionado as pesquisas por novas substâncias capazes de satisfazer tais necessidades (COELHO; HOFFMANN; HIROOKA, 2003 SAUTTER et al., 2005, MALGARIM et al., 2006).

Entre todos os métodos alternativos estudados para combater as pragas e doenças por processos naturais estão as substâncias que se encontram nos grupos dos polifenóis, destacando-se as pesquisas com resveratrol. Este está presente em diversas plantas, em especial na uva e seus derivados. O resveratrol é uma fitoalexina produzida por diversas plantas como Kojo-kon, extraído das raízes do *Polygonum cuspidatum*, vegetal cultivado comercialmente na China para a produção do resveratrol usado em suplemento dietético, kashuwu (*Polygonum multiflorum*), eucalipto, amendoim, amora e também está presente em uvas (*Vitis vinifera* e *Vitis labrusca*). As fontes mais abundantes de resveratrol são encontradas nas uvas *V. vinifera*, *V. labrusca* e *V. muscadine* que são

usadas na fabricação de vinhos (DAVID et al., 2007). A substância é encontrada na videira, nas raízes, sementes e talos, mas a concentração maior está na película dos frutos de uvas. Esta fitoalexina é sintetizada na casca como resposta ao stress causado por ataque fúngico, dano mecânico ou por irradiação de luz ultravioleta e vem sendo utilizado para aplicação em fitoterápicos, fármacos ou como alimento em função de propriedades nutricionais (LATRUFFE, DELMAS, JANNINM; 2002). Segundo Zaicovski et al., (2006), o uso de resveratrol tem sido uma alternativa pós-colheita em peras e nectarinas para controle de podridões em frutas.

O resveratrol é um composto antioxidante sintetizado em plantas e que inibe o desenvolvimento de infecção por *Botrytis cinerea* e, devido essa característica antioxidante protege os produtos contra perdas nutricionais e sensoriais (RUDOLF; RESURRECCION; SAALIA, 2005).

O conteúdo de trans-resveratrol e de etileno liberado pelas uvas infectadas por *B. cinera* mostraram um comportamento oposto. Neste caso, um alto conteúdo de trans-resveratrol corresponde a uma baixa emissão de etileno. Segundo Montero et al. (2002) uvas infectadas pelo fungo tiveram a emissão de etileno elevada após 48h quando o conteúdo análogo de trans-resveratrol começou a diminuir irreversivelmente. Além disso, a atividade de trans-resveratrol naturais como pesticida foi investigado pela aplicação exógena sobre uvas. Um breve submergir por 5 segundos das uvas em $1,6 \cdot 10^{-4}$ m solução de trans-resveratrol atrasou a emissão de C_2H_4 em aproximadamente 48 h, e produz uma diminuição da concentração. De acordo com os autores o tratamento apresenta efeitos positivos na conservação dos frutos durante o armazenamento, duplicando o período de vida útil das uvas em temperatura ambiente, mantendo sua qualidade pós-colheita dentro de 10 dias.

Além de ser antifúngicos o resveratrol é conhecido por apresentar importantes propriedades antioxidantes, que também poderia ter efeitos positivos na conservação dos frutos

durante o armazenamento. Por conseguinte, várias experiências foram realizadas em que a aplicação exógena de resveratrol em frutos manteve sua qualidade pós-colheita (UREÑA et al. 2003).

Segundo Souto (2003) citado por Ferri (2004), a aplicação exógena de trans-resveratrol apresentou-se potencialmente benéfica na conservação de pêras. Esta substância também foi utilizada por Ureña et al. (2003) que demonstraram o potencial do resveratrol como produto natural na conservação de uvas e maçã, através do aumento da resistência das frutas a podridões pós-colheita, não alterando as propriedades organoléptica e bioquímicas das frutas.

Resveratrol ou 3, 5, 4 'tri-hydroxystilbene, é um metabólico secundário produzido por várias espécies vegetais. A raiz da palavra "resveratrol" é uma combinação do latim **Res** prefixo, que significa "o que vem de", **veratr**, a partir da planta "Veratrum", e o sufixo **ol**, indicando que ele contém "álcool". Há muito tempo o pó da raiz da planta *Veratrum album* tem sido utilizado no norte da Europa, Ásia e Japão para tratamento de reumatismo e doenças nervosas (DELMAS et al., 2006).

O resveratrol é conhecido há muito tempo na terapêutica medicinal Oriental. Segundo Belguendouz citado por David et al. (2007) o reveratrol é utilizado pelos chineses e japoneses para o tratamento de arteriosclerose, de doenças inflamatórias e alérgicas. Suas características polifenólicas permitem explicar suas atividades anti-agregação plaquetária, anti-oxidante e redutora de triglicerídeos.

Numerosos estudos têm relatado interessantes propriedades de trans-resveratrol como um agente preventivo contra patologias importantes como doenças vasculares, câncer, infecções virais ou processos neurodegenerativas. Estudos revelaram também que resveratrol é provavelmente um dos principais microcomponentes do vinho responsável pelo benefícios a saúde tais como a prevenção de doenças vasos-coronárias e câncer. Resveratrol age sobre o

processo de carcinogênese afectando as três fases: início do tumor, a fase de progressão e suprime as últimas etapas da carcinogênese, ou seja, angiogênese e metástase (DELMAS et al., 2006).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os experimentos foram instalados utilizando-se delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial 4x4 (doses de resveratrol x período de armazenamento) para cultivar Fuyu, e 4x5 (doses de resveratrol x período de armazenamento) para cultivar Giombo. As parcelas experimentais foram compostas por quatro frutos com quatro repetições por tratamento. Os dados foram analisados com auxílio do software STAT v. 2.0 – Unesp – FCAV- Jaboticabal, por análise de variância pelo teste F e as médias, quando significativas, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.2 FRUTOS DE CAQUI E CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO

Frutos de caqui (*D. kaki*) cultivar Fuyu foram obtidos de pomar comercial instalado no município de Pirai do Sul/PR e da cultivar “Giombo” foram obtidos de pomar comercial instalado na Agropecuária Boutin no município de Porto Amazonas/PR. As práticas de propagação, preparo de solo, adubação, irrigação, tratos culturais e controle fitossanitário foram conduzidos conforme padrão comercial para a cultura na região. Os frutos colhidos foram selecionados conforme a uniformidade de tamanho, grau de maturação e ausência de defeitos e dividido aleatoriamente em quatro grupos de dezesseis frutos para cada cultivar.

Os frutos foram armazenados em caixa de PVC e acondicionados em prateleiras na câmara fria a $0\pm 2^{\circ}\text{C}$ e UR $95\pm 2\%$, localizada no laboratório de Biotecnologia da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

3.3 TRATAMENTO PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DE CAQUI CULTIVAR FUYU COM RESVERATROL

Os frutos selecionados foram imersos por 5 segundos em solução aquosa de resveratrol nas concentrações de 0 (testemunha); 1000; 2000 e 3000 mg.L⁻¹, e imediatamente armazenados em câmaras frias a 0±2°C e UR 95±2%. Após períodos de armazenamento 0; 15; 30 e 45 dias os frutos foram retirados da refrigeração e colocados em câmara de aclimação à 25°C por 2 dias a fim de simular o ambiente de comercialização, sendo avaliados aos 2, 17, 32 e 47 dias após a aplicação de resveratrol.

3.4 TRATAMENTO PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DE CAQUI CULTIVAR GIOMBO COM RESVERATROL

Os frutos selecionados foram imersos por 5 segundos em solução de resveratrol nas concentrações de 0 (testemunha); 4000; 5000 e 6000 mg.L⁻¹, e imediatamente armazenados em câmaras frias a 0±2°C e UR 95±2%. Os frutos permaneceram na câmara fria por 0; 7; 15; 21 e 28 dias e então foram retirados da refrigeração e mantidos por 2 dias em câmara de aclimação à 25°C a fim de simular o ambiente de comercialização, sendo avaliados aos 2, 9, 17, 23 e 30 dias após a aplicação de resveratrol.

3.5 VARIÁVEIS AVALIADAS NOS EXPERIMENTOS

3.5.1 Preparo da amostra

A amostra de trabalho foi constituída de quatro frutos de caqui. Os frutos foram triturados em multiprocessador doméstico, o resultado desta ação constitui a amostra do fruto, o qual serviu para as demais análises.

3.5.2 Perda de Massa dos Frutos

A perda de massa foi determinada em gramas com auxílio de balança eletrônica comercial. Os dados de perda de massa foram expressos por diferença entre massa inicial de quatro frutos selecionados aleatoriamente para cada repetição e aquela obtida dos mesmos frutos após período de armazenamento.

3.5.3 Firmeza de Polpa

A firmeza de polpa é uma determinação analítica que quantifica a resistência oferecida pelo fruto a penetração do aparelho. Esta foi determinada com o auxílio de um penetrômetro marca Fruit Pressure Tester, modelo 327, com ponteira de 8mm de diâmetro. As medidas foram realizadas com a remoção de pequena porção da casca na região equatorial em frutos selecionados aleatoriamente para a avaliação. Os dados foram obtidos em Kilograma-força e então transformados para Newton (N) multiplicando-se pelo fator 9,087.

3.5.4 Sólidos Solúveis

O teor de sólidos solúveis totais foi determinado pela amostra composta processada por leitura em refratômetro manual modelo 103 BP, com valor corrigido para 20°C (CARVALHO et al., 1990). A amostra composta foi obtida pela trituração do fruto de cada repetição em um multiprocessador doméstico.

3.5.5 Acidez Titulável

A acidez total titulável foi obtida por titulação de 10 mL da amostra composta processada e 90 mL de água com hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 N padronizado, até pH 8,1 e expressa em porcentagem de ácido málico, seguindo a equação descrita abaixo, por se tratar de ácido predominante neste fruto.

$$\% \text{ de } \acute{\text{a}}\text{c. málico} = \frac{V_b \text{ (mL)} * N_b * 0,067 * 100}{10}$$

Onde:

V_b = volume da base (NaOH) em mL;

N_b = normalidade do NaOH em N, e

0,067 = miliequivalente para o ácido málico

3.5.6 pH da Polpa

O pH da polpa foi quantificado através da leitura direta da polpa da amostra composta processada em pHmetro marca Fischer Scientific, modelo AB 15.

3.5.7 Vitamina C

Determinado com comprimido de vitamina C e em suco natural da fruta. Preparou-se uma solução de amido a 2% em água, e de iodo $0,01 \text{ mol.L}^{-1}$. Dissolveu-se um comprimido de vitamina C de 1,0 g em 5000 mL de água e transferiu-se 5 mL desta solução para um erlenmeyer com gotas de solução de amido 2%. Colocou-se a solução de iodo em uma bureta para proceder a titulação até o ponto de viragem que era reconhecido com o aparecimento da coloração azul. Em seguida repetiu-se o procedimento com a amostra composta processada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação significativa entre os fatores para as variáveis firmeza de polpa e perda de peso de frutos de caqui cultivares Giombo e Fuyu.

A firmeza da polpa dos frutos diminui com o passar do tempo. Para a cultivar Giombo diminui significativamente somente com 28 dias de armazenamento (Tabela 1). Para a cultivar Fuyu (Tabela 1) a firmeza da polpa diminui significativamente com 15 e 30 dias de armazenamento, não havendo diferença significativa entre 30 e 45 dias.

Segundo Mitcham et al. (1998), para que frutos de caqui cultivar Fuyu tenham boa aceitabilidade para consumo in natura a firmeza da polpa deve estar entre 20 e 60 N. O uso de resveratrol em tratamento pós-colheita não preservou os valores de firmeza de polpa nas doses testadas para as duas cultivares avaliadas (Tabela 2) não havendo diferença significativa entre as doses testadas. Para a cultivar Fuyu os valores ficaram abaixo de 12,99 N, inferior ao recomendado para a comercialização dos frutos. Contudo os valores de firmeza obtidos para a cultivar Giombo permitem a sua comercialização. Apesar da falta de significancia, os valores de firmeza superiores para o tratamento com resveratrol leva a sugerir que ocorreu uma possível preservação da integridade do fruto.

Resultados semelhantes aos encontrados para Giombo foram obtidos por Blum et al. (2008), onde os valores de firmeza de polpa não chegariam a comprometer a comercialização dos frutos, uma vez que mesmo após 12 dias a firmeza manteve-se em torno de 42 N.

A firmeza dos frutos diminui com a sua maturação, e é decorrente da decomposição de estruturas da parede celular, como hemicelulose e substâncias pécicas. Dos ácidos orgânicos, o ácido málico predomina nos frutos de caqui diminuindo ligeiramente com a maturação.

TABELA 1 - Firmeza da polpa e perda de peso de frutos de caqui, cultivares Giombo e Fuyu, tratados com resveratrol. Média de oito repetições.

Tempo de Armazenamento (dias)	Firmeza de polpa (N)	Perda de Peso (g)
Cultivar Giombo		
0	53,16 a	5,7 d
7	49,80 a	17,5 c
15	60,97 a	22,5 b
21	52,43 a	26,7 a
28	30,89 b	29,1 a
C. V. (%)	343,21	13,6
Cultivar Fuyu		
0	26,44 a	5,7 a
15	12,99 b	13,7 a
30	6,36 c	16,4 a
45	6,36 c	17,9 a
C. V. (%)	212,27	41,8

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey; C.V.= coeficiente de variação.

Os frutos de caqui das cultivares Fuyu e Rama Forte mantiveram-se mais firmes e com menores percentuais de escurecimento da epiderme quando armazenados a 0°C (BRACKAMANN et al., 1997). A temperatura próxima de 0°C é mais eficiente na redução da taxa respiratória, retardando a senescência dos frutos (BRACKAMANN; SAQUET, 1995).

De acordo com BRACKAMANN; MAZARO; SAQUET, (1997) a cultivar Fuyu pode ser armazenada em atmosfera controlada com 15% de CO₂ e 16% de O₂, por até três meses, apresentando boa firmeza de polpa, sem podridões e baixa incidência de escurecimento da epiderme.

Dois processos enzimáticos são responsáveis pela redução da firmeza de polpa, a desesterificação ou remoção de grupos metílicos ou acetil das pectinas pela enzima pectinametilesterase e a despolimerização ou encurtamento das cadeias de pectina, pela ação da enzima poligalacturonase (KADER, 1992 citado por MOURA et al., 1997). A decomposição de

moléculas poliméricas, como protopectina, celulose e hemicelulose, amaciam as paredes celulares, porque diminui a força coesiva que mantém as células unidas.

Segundo CHITARRA E CHITARRA (1990), a maioria dos processos metabólicos, principalmente dos enzimáticos, é reduzida pela baixa temperatura justificando-se pequenas reduções na firmeza da polpa.

A perda de peso dos frutos foi crescente com o aumento do período de armazenamento para a cultivar Giombo (Tabela 1). No entanto, para a cultivar Fuyu (Tabela 1) o tempo de armazenamento não afetou o peso dos frutos até o período máximo de armazenamento testado, 45 dias. Somente a dose 2000 mg.L^{-1} de resveratrol diminuiu a perda de peso da cultivar Fuyu, não ocorrendo diferença estatística para as demais doses e a testemunha (Tabela 2). Para a cultivar Giombo a imersão dos frutos na solução de resveratrol não afetou a perda de peso (Tabela 2).

A perda de peso constitui principal causa da deterioração do fruto, resultando não somente em perda quantitativa, mas também em depreciação da aparência e qualidade nutricional sendo um dos principais fatores que diminuem a qualidade dos produtos hortícolas durante o armazenamento. Esta perda se deve à perda de água dos tecidos do fruto e a depressão progressiva nas reservas de matéria seca utilizadas no processo de respiração associado ao de transpiração. A transpiração é devida à diferença de pressão de vapor de água contida no produto e o ambiente, o fruto por apresentar maior pressão de vapor, libera água em forma de vapor buscando o equilíbrio. Nos frutos de caqui, cerca de 80% do seu peso corresponde à água, sendo que a taxa de perda de água é elevada o que se traduz eventualmente em perda comercial (SARRIA, 1998).

Segundo Pesis et al. (1986) a perda de peso foi crescente durante o período de armazenamento, e reduzida em frutos embalados. Esta redução é decorrente da alta umidade relativa no interior da embalagem, que reduziu o déficit de pressão de vapor e,

conseqüentemente, a transpiração dos frutos. É interessante ressaltar que a perda de peso dos frutos mantidos a 0°C é bem menor que a perda de peso dos frutos mantidos à temperatura ambiente. De acordo com Moura (1997), a perda de peso dos frutos mantidos à temperatura ambiente alcança, em apenas dez dias, 7,94%, que pode explicar a diferença de comportamento das duas cultivares (Tabela 1).

TABELA 2 - Firmeza da polpa (N) e perda de peso (gramas) de frutos de caqui, cultivar Giombo e Fuyu, tratados com diferentes doses de resveratrol. Médias de oito repetições.

Cultivar Giombo		
Dose (mg.L ⁻¹)	Firmeza (N)	Perda de Peso (g)
testemunha	38,89 a	19,9 a
5000	53,25 a	21,8 a
4000	53,79 a	19,5 a
6000	51,88 a	20,0 a
C. V. (%)	343,21	13,6
Cultivar Fuyu		
Dose (mg.L ⁻¹)	Firmeza (N)	Perda de Peso (g)
testemunha	13,72 a	14,3 a
1000	12,54 a	12,0 ab
2000	12,81 a	10,9 b
3000	13,18 a	16,4 a
C. V. (%)	212,27	41,07

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey; C.V.= coeficiente de variação.

O teor de sólidos solúveis (SS) variou de 16 °Brix (para os frutos tratados com resveratrol na dose 5000 mg.L⁻¹ e armazenados por 7 dias), a 22 °Brix (para frutos sem resveratrol armazenados por 28 dias) para cultivar Giombo (Tabela 3). Já para a cultivar Fuyu (Tabela 3) o menor teor de sólidos solúveis foi 15,1 °Brix para a dose 2000 mg.L⁻¹ de resveratrol e o máximo valor foi 18,2 °Brix para dose 1000 mg.L⁻¹, armazenada por 30 dias. Na colheita os frutos apresentavam SS variando de 15,1 a 17 °Brix, estes valores são semelhantes aos relatados na maioria das regiões e países para a cultivar Fuyu.

TABELA 3 - Sólidos Solúveis ($^{\circ}$ Brix) em frutos de caqui cultivares Giombo e Fuyu tratados com diferentes doses de resveratrol e armazenados por diferentes períodos. Média de quatro repetições.

Cultivar Giombo					
Doses (mg L ⁻¹)	Tempo de armazenagem (dias)				
	0	7	15	21	28
Testemunha	17,0	21	20	22	22
5000 mg L ⁻¹	17,8	16	20	20	21
4000 mg L ⁻¹	18,1	18	19	19	21
6000 mg L ⁻¹	17,8	21	18	18,5	19

Cultivar Fuyu				
Doses (mg L ⁻¹)	Tempo de armazenamento (dias)			
	0	15	30	45
Testemunha	16	16,2	18,1	17
1000 mg L ⁻¹	16	16,2	18,2	16,8
2000 mg L ⁻¹	15,1	16,7	17	16,2
3000 mg L ⁻¹	15,1	15,7	18	17,2

Porfírio-da-Silva (2008) avaliou frutos de caqui cultivar Fuyu em diferente tempo de armazenamento e constatou valores de SS entre 13,3 a 14,8 $^{\circ}$ Brix.

Ito (1971) citado por Porfírio-da-Silva (2008) avaliou diferentes cultivares de caqui e determinou valores entre 9 e 21 $^{\circ}$ Brix para o SS. Ferri et al. (2004) determinou valor de 14 $^{\circ}$ Brix para cultivar Fuyu.

As diferenças para os valores de SS 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, diferença na metodologia utilizada. (PORFIRIO-DA-SILVA, 2008).

O aumento de sólidos solúveis provavelmente ocorre pela concentração de substâncias no suco devido à perda de água. Resultados semelhantes foram obtidos por Blum e Ayub (2008) com frutos de lima ácida “Tahiti” tratadas com 1-metilciclopropeno.

Houve aumento da acidez titulável (AT) com o aumento do período de armazenamento nas doses de resveratrol testadas para a cultivar Fuyu (Tabela 4), o que não ocorreu para a cultivar Giombo (Tabela 4). O aumento da AT em frutas armazenadas por curtos períodos pode ser explicado pela geração de radicais ácidos (ácidos galacturônicos) a partir da hidrólise de constituintes da parede celular, em especial as pectinas. Já diminuição ocorrida com a cultivar Giombo pode ser explicada pelo consumo de moléculas ácidas, em especial os ácidos orgânicos no processo de respiração (DANIELI et al., 2002).

Os valores de AT encontrados por Gonçalves et al. (2005), para a cultivar Fuyu, foram inferiores aos encontrados neste trabalho. Moura (1995) atribui alto valor de AT ao excesso de produção de ácidos orgânicos ocorrido durante a maior atividade metabólica do climatério. A menor acidificação de frutos de caqui indica que o processo fisiológico da maturação foi retardado.

Sarria (1998) designa a acidez orgânica total como a soma de todos os ácidos orgânicos livres e os presentes sob a forma de sais a qual tende a aumentar com o decorrer do crescimento do fruto, até seu completo desenvolvimento fisiológico, quando então começa a decrescer à medida que este vai amadurecendo. Os principais ácidos orgânicos encontrados nos frutos de caqui são: málico, cítrico, tartárico, oxálico e succínico.

Ferri et al. (2004) observaram decréscimo na AT em frutos de maçã cultivares Fuji e Catarina tratadas com resveratrol e armazenadas em temperaturas ambiente. Este decréscimo é devido ao metabolismo respiratório que continua ocorrendo após a colheita, fazendo com que vários substratos sejam utilizados no ciclo de Krebs como forma de geração de energia para manutenção dos processos vitais das frutas.

Os sólidos solúveis mostram um acréscimo progressivo através do amadurecimento do fruto, aumento este que coincide com o aumento progressivo da concentração de açúcares

(SARRIA, 1998). A principal causa do aumento no teor de sólidos solúveis é perda de água pela transpiração durante o armazenamento.

Martins e Pereira (1989) citado Blum et al. (2008) por observaram diminuição na concentração de açúcares dos frutos e depois um aumento, revelando consumo inicial dos açúcares pela respiração e posterior acúmulo pela maturação do fruto.

TABELA 4 - Acidez titulável (% de ácido málico) em frutos de caqui, cultivares Giombo e Fuyu, tratados com diferentes doses de resveratrol e armazenados por diferentes períodos. Média de quatro repetições.

Cultivar Giombo					
Doses (mg L ⁻¹)	Tempo de armazenagem (dias)				
	0	7	15	21	28
Testemunha	0,45	0,20	0,22	0,22	0,22
5000	0,44	0,18	0,24	0,25	0,22
4000	0,38	0,20	0,22	0,23	0,20
6000	0,43	0,20	0,24	0,23	0,22
Cultivar Fuyu					
Doses (mg L ⁻¹)	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	15	30	45	
Testemunha	0,05	0,05	0,14	0,15	
1000	0,07	0,05	0,16	0,15	
2000	0,04	0,05	0,17	0,13	
3000	0,05	0,03	0,18	0,15	

Fagundes e Ayub estudando o efeito de agentes inibidores de escurecimento observaram valores de AT entre 0,05 e 0,14%, esse aumento se deve em função da época de avaliação, tempo e pouca variação no pH da polpa. Segundo Moura (1995) valores altos de AT são devido ao excesso de produção de ácidos orgânicos ocorridos durante a maior atividade metabólica do fruto.

O tratamento com resveratrol na concentração de 2 g.L^{-1} em maçãs das cultivares Fuji e Catarina mostraram-se eficientes na preservação da cor e na manutenção da relação SS/AT (FERRI et al., 2004).

Segundo Salunke e Desai (1984) citado por SARRIA (1998) a acidez total tende a aumentar com o crescimento do fruto e depois decresce durante o amadurecimento. O aumento da acidez até um período é atribuído à síntese de compostos fenólicos e ácidos orgânicos devido à síntese do ácido ascórbico e sua diminuição é originada pelo seu consumo no ciclo de Krebs (CHITARRA; CHITARRA, 1990).

Independentemente do tempo de armazenamento e da dose de resveratrol, houve pequena variação nos valores de pH da polpa. Para a cultivar Giombo (Tabela 5) os valores encontrados está na faixa de 5,13 a 5,54 e para a cultivar Fuyu entre 5,0 e 5,92. Segundo MUNHOZ (2002), durante o amadurecimento de frutos, ocorre aumento do pH e diminuição da acidez.

TABELA 5 - pH em frutos de caqui, cultivares Giombo e Fuyu, tratados com diferentes doses de resveratrol e armazenados por diferentes períodos. Média de quatro repetições.

Cultivar Giombo					
Doses (mg.L^{-1})	Tempo de armazenagem (dias)				
	0	7	15	21	28
Testemunha	5,49	5,43	5,36	5,37	5,13
5000	5,46	5,44	5,31	5,33	5,25
4000	5,54	5,41	5,31	5,36	5,15
6000	5,41	5,41	5,32	5,44	5,13
Cultivar Fuyu					
Doses (mg.L^{-1})	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	15	30	45	
Testemunha	5,8	5,81	5,9	5,86	
1000	5,0	5,84	5,7	5,75	
2000	5,92	5,8	5,7	5,78	
3000	5,75	5,86	5,8	5,71	

Os valores encontrados nas avaliações do pH para a cultivar Fuyu apresentam um comportamento ligeiramente ácido (SARRIA, 1998). A relação acidez titulável e pH apresentam padrão relativamente lógico, com valores altos quando a acidez diminui e valores baixos quando a acidez aumenta. A acidez titulável pode ser medida através do pH e se converte em um fator importante na conservação e armazenamento de alimentos, devido à suscetibilidade ao ataque de patógenos quando o pH está próximo a 7,0 (PEARSON, 1986).

O tratamento com resveratrol afetou negativamente os teores de vitamina C nos frutos de caqui (Tabela 6). No entanto, para a cultivar Giombo, os teores de vitamina C encontrados são mais altos que os obtidos para a cultivar Fuyu. Houve tendência de redução dos teores de vitamina C com o aumento das doses de resveratrol, independente do tempo de armazenamento. Os teores mais altos de vitamina C encontrados foram observados para a testemunha sem resveratrol. O aumento de vitamina C na testemunha pode ser explicado pela não degradação do ácido ascórbico em razão da perda de água pelo fruto. Resultados semelhantes foram encontrados por Blum et al. (2008) em frutos de caqui cultivar Giombo. Estes autores também afirmam que frutos de caqui cultivar usados no tratamento controle, sendo armazenados em temperatura ambiente não sofreram alterações no teor de ácido ascórbico, enquanto que nos tratados com etanol houve redução do seu teor.

TABELA 6 - Teor de vitamina C (mg) em frutos de caqui, cultivares Giombo e Fuyu, tratados com diferentes doses de resveratrol e armazenados por diferentes períodos. Média de quatro repetições.

Cultivar Giombo					
Doses (mg.L ⁻¹)	Tempo de armazenagem (dias)				
	0	7	15	21	28
Testemunha	18,6	28,6	22,5	20,6	21,1
5000	14,0	22,1	20,6	19,7	19,0
4000	9,0	22,4	20,1	15,0	18,9
6000	16,1	24,0	21,5	18,9	18,1
Cultivar Fuyu					
Doses (mg.L ⁻¹)	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	15	30	45	
Testemunha	10,4	4,3	4,1	7,5	
1000	9,7	3,9	3,2	4,5	
2000	8,2	3,1	2,7	4,4	
3000	9,2	4,0	2,6	3,5	

O caqui é boa fonte de ácido ascórbico. O fruto contém mais ácido ascórbico (vitamina C - C₆H₈O₆) na casca que na polpa do fruto maduro. O caqui Fuyu tem em média 195 mg de ácido ascórbico na casca e 41 mg na polpa. (SALUNKE; DESAI, 1984 citado por SARRIA, 1998).

5 CONCLUSÕES

O resveratrol não preservou a firmeza da polpa e nem manteve o peso dos frutos de caqui das cultivares Giombo e Fuyu e doses utilizadas durante os períodos de armazenamento

O teor de sólidos solúveis variou de 16 a 22 °Brix

A acidez dos frutos de caqui variou durante o período de armazenamento em todas as doses de resveratrol testadas, em função da cultivar.

Os valores de pH dos frutos de caqui cultivar Giombo permaneceram na faixa de 5,13 a 5,54, e para a cultivar Fuyu entre 5,0 e 5,92.

O tratamento com resveratrol afetou negativamente os teores de vitamina C.

REFERÊNCIAS

BENATO, E. A., SIGRIST, J. M. M., ROCHA, P., **Manuseio, aspectos fitossanitários e logística de caqui pós-colheita. Toda Fruta** (on line). 27 de junho de 2005. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br/>> Acesso em 12 de ago. 2008 P. 1-30

BLUM, J.; HOFFMANN, F. B.; AYUB, R. A.; PRADO, P. V. B.; MALGARIM, M. B. **Destanização do caqui ‘Giombo’ com etanol e ethephon. Revista Ceres**, v. 55, n. 1, Jan/Fev 2008. P. 54-59.

BRACKMANN, A.; DONAZZOLO, J. **Armazenagem de caqui (*Diospyrus kaki*) Cv. Quioto em atmosfera controlada**. 2000. p.99-102. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal de Santa Maria RG, 2000.

BRACKMANN, A.; CHITARRA, A.B. Atmosfera controlada e atmosfera modificada. **Armazenamento e processamento de produtos agrícolas**. Lavras: Ufla/SBEA, 1998. p.133-170.

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

BRACKMANN, A.; SAQUET, A. A. Efeito da temperatura e condições de atmosfera controlada sobre a conservação de caqui, **Revista Científica do Centro de Ciências Rurais Universidade Federal de Santa Maria** , v.25, n.3, 1995. p.375-378.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 320p.

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

COELHO, A. R., HOFFMANN, F. L.; HIROOKA, E. Y. Biocontrole de doenças pós-colheita de frutas por leveduras: perspectivas de aplicação e segurança alimentar. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 24, n. 2, p.337-358, 2003.

DANIELI, R.; GIRALDI, C. L.; PARUSSOLO, A.; et al. 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, v.24, n.1, p.44-48, 2002.

DAVID, J. M. P.; DAVID, J. P.; SANTOS, V. L.; SANTOS, C. S.; SANTOS, M. L. S.; MOTA, M. D. Resveratrol: Ações e Benefícios à Saúde Humana. **Diálogos & Ciência – Revista da Rede de Ensino FTC**, ano V, n. 10, maio 2007. P. 1-11.

DELMAS, D.; COLIN, A. L. D.; JANNIN, B.; LATRUFFE, N. Resveratrol as a Chemopreventive Agent: A Promising Molecule for Fighting Cancer. **Current Drug Targets**, v.7, n.3. Bentham Science Publishers Ltd. 2006

FAGUNDES, A. F. **Avaliação da aplicação de aminoetoxivinilglicina e substâncias inibidoras do escurecimento em pós-colheita de caqui 'Fuyu' (*Diospyros Kaki L.*)**. 2004. 64f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Estadual de Ponta Grossa.

FAGUNDES, A. F.; AYUB, R. A. Aminoetoxivinilglicina no controle do amadurecimento de frutos de caqui cv. Fuyu. **Revista Brasileira de fruticultura**. Jaboticabal, v.28, n.1, p. 73-75, 2006.

FAGUNDES, A. F.; AYUB, R. A.; **Caracterização físico-química de caquis cv. Fuyu submetidos à aplicação de agentes inibidores de escurecimento e armazenados a 0°C**. Nuprelo.

FERRI, V. C.; RINALDI, M. M.; DANIELI, R.; LUCHETTA, L.; ROMBALDI, C. V. Controle da maturação de caquis "Fuyu", com o uso de aminoetoxivinilglicina e ácido giberélico. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal v. 24. N.2, p. 344-347, 2002.

FERRI, V. C.; RISTOW, N.C.; SILVA, P. R.; PEGORARO, C.; FERRAREZE, J. P.; SOARES, G. C. Resveratrol em maçã 'Catarina' e 'Fuji' armazenada em temperatura ambiente. 2004.

GONZALEZ, A. F., AYUB, R. A., WERLANG, C. Controle da maturação de caqui (*Diospyros Kaki L.*) cv. Fuyu tratados com aminoetoxivinilglicina e armazenados a temperatura ambiente. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.11, n.2, p.231-233, 2005.

GONZALEZ, A. F., AYUB, R. A., WERLANG, C. **Efeito de ethephon e embalagem de pvc na qualidade pós-colheita de caqui (*Diospyros kaki l.*) cv. fuyu armazenados a 25°C**. Publ. UEPG Ci. Exatas Terra. Ponta Grossa, **10** (1): 21-26, abr. 2004.

IBGE.gov.br - Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Produção Agrícola Municipal 2006.

KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J. C.; FACHINELLO, J. C.; BILHALVA, A. B. **Fisiologia pós-colheita de frutas de clima temperado**. Campinas: Rural, 2002. 214p.

LATRUFFE, N.; DELMAS, D.; JANNIN, B. Molecular analysis on the chemopreventive properties of resveratrol, a plant polyphenol microcomponent. **International Journal of Molecular Medicine**, Philadelphia, v.10, n.6, p.755-760, 2002.

LIMA, M. A. C. de; ALVES, R. E.; ASSIS, J. S. de; FILGUEIRAS H. A. C.; COSTA, J. T. A. Qualidade, fenóis e enzimas oxidativas de uva 'Italia'sob influência do cálcio, durante a maturação. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, Brasília, v.35, n.12, p. 2493-2499, 2000.

MALGARIM, M. B., TIBOLA, C. S., ZAICOWISK, C., FERRI, V. C., SILVA, P. R. Modificação da atmosfera e resveratrol na qualidade pós-colheita de morango cv. Camarosa. **Revista Brasileira Agrociência, Pelotas**, v.12, n.1, p. 67-70, 2006.

MARTINS, F.P.; PEREIRA, F.M. **Cultura do Caquizeiro**. FUNEP, 1989, 71p.

MATOS C. S. A cultura do caquizeiro no meio-oeste catarinense: situação, potencial e perspectivas, **Agropecuária Catarinense**, v. 6, n 2, p.38-41, 1993

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

MONTERO, C., CRISTESCU, S. M.; JIMÉNEZ, J. B.; OREA, J. M.; LINTEL HEKKERT,S.; HARREN, F. J. M.; UREÑA, A. G. Trans-Resveratrol and Grape Disease Resistance. A Dynamical Study by High-Resolution Laser-Based Techniques. **Unidad de Láseres y Haces Moleculares Instituto Pluridisciplinar, Universidad Complutense de Madrid**, 2002.

MOURA, M. A.; LOPES, L. C.; CARDOSO, A. A.; MIRANDA, L. C. G. Efeito da embalagem e do armazenamento no amadurecimento do caqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.11, p.1105-1109, 1997.

MUNHOZ, V. R. de S. **Destanização do caqui (*Diospyrus kaki* L.) Rama Forte**. Campinas, 2002, 184 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade de Campinas.

NEVES, L. C.; FERRI, V.; LUCCHETTA, L.; ROMBALDI, C. V. Atmosfera modificada e absorção de etileno na frigoconservação de caquis (*Diospyrus kaki*, L.) cultivar Fuyu. In: Encontro Regional Sul de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2001, Curitiba. **Anais...Curitiba: ERSCTA**, 2001. Ref. ACQ3-01.

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

PENTEADO, S. R. **Fruticultura de clima temperado em São Paulo**. Campinas: Fundação Caargill, 1986. 173p.

PESIS, E.; LEVI, A.; BEM-ARIE, R. Destringency of persimmon fruits by creating a modified atmosphere in polyethylene bags. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 51, n.4, p. 1014-1016, 1986.

PORFIRIO-DA-SILVA, L. C., **Qualidade pós-colheita do fruto caqui (*Diospyrus kaki* L.), cv. Fuyu, produzido em Porto amazona – PR**. 2008. 94f Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Estadual de Ponta Grossa.

RUDOLF, J. L.; RESURRECCION, A.V.A.; SAALIA, F. K. Development of a reverse-phase high-performance liquid chromatography method for analyzing *transresveratrol* in peanut kernels. **Food Chemistry**, Barking, v. 89, p. 623-638, 2005.

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.

SATO, G. S.; ASSUMPÇÃO, R. de Mapeamento e Análise da Produção do Caqui no Estado de São Paulo. **Informações econômicas**, v.32, n.6, 2002, p. 47-54.

SAUTTER, C. K., DENARDIN, S., ALVES, A. O., MALLMANN, C. A., PENNA, N. G., HECKTHEUER, L., H. Determinação de resveratrol em sucos de uva no Brasil, **Ciência e tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v.25, n.3, 2005, p.437-442.

STEFFENS, C. A.; BRACKMANN, A.; PINTO, J. A. V.; EISERMANN, A. C. Taxa respiratória de frutos climatéricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 3 Brasília, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Artmed 3ª. Edição 2006, p 330-546.

UREÑA, A.; G.; OREA, J. M.; MONTERO C.; JIMENEZ, J. B.; GONZALEZ, J. L.; SANCHEZ, A.; DORADO, M. Melhorar a resistência em pós-colheita dos frutos por aplicação externa de trans-resveratrol. **Jornal da agricultura e química dos alimentos**, 2003, vol. 51, n 1, pp. 82-89 .

ZAICOWISK, C. B.; TIBOLA, C. S.; MALGARIM, M. B.; FERRI, V. C.; PEGORARO, C.; CERO, J. D.; SILVA, P. R. Resveratrol na qualidade pós-colheita de morangos Camarosa. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 4, p. 443-446, 2006.

ANEXOS

TABELA 1A: Análise de regressão e respectivo nível de significância para Firmeza de Polpa para frutos de caqui cv. Giombo tratados em diferentes doses de resveratrol.

Causa de Variação	Firmeza de Polpa
Regressão Grau 1	31,5755 NS
Regressão Grau 2	26,6103 NS
Regressão Grau 3	2,6788NS
Média	49,43
Desvio	18,62
Teste F	52,16 **

NS – não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

** - Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

* - Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

TABELA 2A: Análise de regressão e respectivo nível de significância para Firmeza de Polpa para frutos de caqui cv. Giombo com diferentes épocas de armazenamento.

Causa de Variação	Firmeza de Polpa
Regressão Grau 1	61,8170 *
Regressão Grau 2	95,9296 **
Regressão Grau 3	11,3896 NS
Desv. Regressão	0,0418 NS
Média	49,43
Desvio	18,62
Teste F	26,17**

NS – não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

** - Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

* - Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

TABELA 3A: Análise de regressão e respectivo nível de significância para Firmeza de Polpa para frutos de caqui cv. Fuyu com diferentes épocas de armazenamento.

Causa de Variação	Firmeza de Polpa
Regressão Grau 1	4435,9853 **
Regressão Grau 2	854,7559 **
Regressão Grau 3	0,3780 NS
Média	13,08
Desvio	2,99
Teste F	1392,22**

NS – não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

** - Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

* - Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

TABELA 4A: Análise de variância para Perda de Peso para frutos de caqui cv. Fuyu e Giombo tratados em diferentes doses de resveratrol.

Causa de Variação	Perda de Peso
Cultivar Fuyu	
Média	13,4098
Desvio	5,5982
Teste F	3,1096*
Cultivar Giombo	
Média	20,2996
Desvio	2,7607
Teste F	2,8388*

NS – não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

** - Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

* - Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

TABELA 5A: Análise de variância para Perda de Peso para frutos de caqui cv. Fuyu e Giombo, com diferentes épocas de armazenamento.

Causa de Variação	Perda de Peso
Cultivar Fuyu	
Média	13,4098
Desvio	5,5982
Teste F	14,9063**
Cultivar Giombo	
Média	20,2996
Desvio	2,7607
Teste F	180,0550**

NS – não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

** - Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

* - Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.