

# ARMAZENAMENTO DE CAQUI (*Diospyros kaki* L.) CV. FUYU EM ATMOSFERA CONTROLADA

## CONTROLLED ATMOSPHERE STORAGE OF CULTIVAR FUYU PERSIMMON (*Diospyros kaki* L.)

NEUWALD, Daniel A.<sup>1\*</sup>; SESTARI, Ivan<sup>2a</sup>; GIEHL, Ricardo F. H.<sup>2b</sup>; PINTO, Josuel A. V.<sup>3</sup>; BRACKMANN, Auri<sup>4a</sup>; STORCK, Lindolfo<sup>4b</sup>

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar condições de atmosfera controlada sobre a conservação da qualidade de caqui 'Fuyu' durante o armazenamento, em especial, sobre a retenção da firmeza de polpa, o controle da podridão e do escurecimento da epiderme. Para tanto, foi realizado um experimento a -0,5°C, no ano de 2002. As condições de armazenamento foram: (1) armazenamento refrigerado (AR); (2) 0,5kPa O<sub>2</sub> + <0,5kPa CO<sub>2</sub>; (3) 0,5kPa O<sub>2</sub> + 5kPa CO<sub>2</sub>; (4) 1kPa O<sub>2</sub> + 5kPa CO<sub>2</sub>; (5) 1kPa O<sub>2</sub> + 10kPa CO<sub>2</sub>; (6) 1kPa O<sub>2</sub> + 15kPa CO<sub>2</sub>; (7) >10kPa O<sub>2</sub> + 10kPa CO<sub>2</sub>; (8) >10kPa O<sub>2</sub> + 15kPa CO<sub>2</sub>; e (9) 1kPa O<sub>2</sub> + 5kPa CO<sub>2</sub> com retardamento da instalação da atmosfera controlada em dez dias. No delineamento de blocos casualizados, que foram separados por tamanho e maturação dos frutos. As avaliações da qualidade dos frutos foram realizadas após três meses de armazenamento seguido de três dias de exposição a 20°C. Conforme os resultados, o aumento na pressão parcial de CO<sub>2</sub> manteve a firmeza de polpa mais elevada, sendo que o tratamento 8 manteve a maior firmeza de polpa. Os frutos que apresentaram menor escurecimento da epiderme foram aqueles submetidos aos tratamentos 1, 2, 3, 4 e 5. A condição de 0,5kPa de O<sub>2</sub> mais 5kPa de CO<sub>2</sub> reduziu a incidência de podridões nos frutos e manteve a consistência de polpa, avaliado subjetivamente, mais elevada até o terceiro dia após a saída da câmara, sendo a condição mais adequada para o armazenamento de caquis 'Fuyu' em AC.

Palavras-chave: conservação, temperatura, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>.

### INTRODUÇÃO

O consumo de caqui concentra-se durante a safra na forma 'in natura', e o período de oferta varia com o local de produção e período de armazenamento. Isso faz com que a oferta do caqui varie de três a cinco meses durante o ano. Durante a safra ocorre uma oferta muito maior que a demanda, o que ocasiona baixo preço e perdas. Por outro lado, ocorre um desabastecimento do mercado na maior parte do ano, pela falta do produto, que por sua vez, provoca o seu encarecimento. O aperfeiçoamento de técnicas de conservação de caqui poderia melhorar a oferta e o controle dos preços.

Durante o armazenamento do caqui têm-se constatado graves problemas, como o rápido amolecimento e o escurecimento da epiderme, que prejudicam a aceitação do produto pelo consumidor. Estudos vêm sendo realizados para diminuir este entrave no armazenamento, através de utilização de baixas temperaturas e alteração nas pressões parciais de

gases (O<sub>2</sub> e/ou CO<sub>2</sub>) em atmosfera modificada (AM) e controlada (AC), além da eliminação do etileno na câmara frigorífica (DONAZZOLO, 2001; NAKANO et al., 2003).

DONAZZOLO (2001) verificou que em AC com 10kPa de CO<sub>2</sub> reduz a perda de firmeza de polpa, o escurecimento da epiderme e a produção de etileno, mas sugere que sejam testadas pressões parciais de CO<sub>2</sub> mais elevadas e também a associação com baixo O<sub>2</sub>.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar condições de atmosfera controlada (AC) que possibilitem manter a qualidade do fruto, principalmente a firmeza de polpa, o controle do escurecimento da epiderme e podridões do caqui 'Fuyu' por um período prolongado de armazenamento.

### MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Núcleo de Pesquisa em Pós-Colheita (NPP) da Universidade Federal de Santa Maria, com frutos provenientes de um pomar comercial do município de Caxias do Sul, RS. Após o transporte dos frutos ao NPP, realizou-se a seleção, eliminando frutos imaturos e excessivamente maduros ou com ferimentos. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, onde cada tratamento foi constituído de 4 blocos, separados por tamanho e grau de maturação dos frutos, sendo que cada bloco foi composto por 20 frutos.

Os caquis foram acondicionados em minicâmaras de volume de 180L. Os tratamentos avaliados foram: [1] armazenamento refrigerado (AR), ou seja, 21kPa de O<sub>2</sub> e <0,5kPa de CO<sub>2</sub>, que passa a ser apresentado como 21 + <0,5; [2] 0,5kPa O<sub>2</sub> + <0,5kPa CO<sub>2</sub>; [3] 0,5kPa O<sub>2</sub> + 5kPa CO<sub>2</sub>; [4] 1kPa O<sub>2</sub> + 5kPa CO<sub>2</sub>; [5] 1kPa O<sub>2</sub> + 10kPa CO<sub>2</sub>; [6] 1kPa O<sub>2</sub> + 15kPa CO<sub>2</sub>; [7] >10kPa O<sub>2</sub> + 10kPa CO<sub>2</sub>; [8] >10kPa O<sub>2</sub> + 15kPa CO<sub>2</sub>; e [9] 1kPa O<sub>2</sub> + 5kPa CO<sub>2</sub> com retardamento da instalação da atmosfera controlada em 10 dias. A temperatura de armazenamento foi -0,5°C e a UR dentro das minicâmaras foi mantida acima de 96%.

As baixas pressões parciais de O<sub>2</sub> foram obtidas através da varredura das minicâmaras com N<sub>2</sub>. As pressões parciais de CO<sub>2</sub> foram instaladas através da injeção do CO<sub>2</sub> de cilindros de alta pressão. O monitoramento das pressões parciais de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> foi realizado diariamente com o auxílio de um analisador eletrônico de fluxo contínuo. Com a respiração dos frutos

<sup>1</sup> Eng. Agr. MSc. Doutorando do PPGA/UFSM, bolsista CNPq. E-mail: daneuwald@mail.ufsm.br

<sup>2</sup> Eng. Agr. Mestrando do PPGA/UFSM, bolsista CNPq. E-mail: a) isestari@yahoo.com.br; b) hetgiehl@zipmail.com.br

<sup>3</sup> Aluno do Curso de agronomia da UFSM, bolsista FAPERGS. E-mail: josuelpinto@bol.com.br

<sup>4</sup> Prof. Dr. do Deptº de Fiotecnia/CCR/UFSM Endereço: Deptº. de Fiotecnia/CCR/UFSM, Santa Maria, CEP 97.105-900. E-mail: a) brackman@ccr.ufsm.br; b) lindolfo@smail.ufsm.br

(Recebido para publicação em 29/04/2005, Aprovado em 17/10/2005)

houve consumo do O<sub>2</sub>, que foi compensado com a injeção de ar atmosférico e o acúmulo de CO<sub>2</sub> foi eliminado circulando-se o gás das minicâmaras por uma solução de hidróxido de potássio (40%).

As avaliações da qualidade dos frutos foram realizadas após três meses a -0,5°C e mais três dias de climatização a 20°C. As variáveis avaliadas foram: firmeza de polpa (N), determinada com o uso de um penetrômetro equipado com ponteira de 7,9mm perfurando-se cada fruto em dois lados opostos, na região equatorial; Consistência dos frutos (% de frutos firmes) foi determinada através de uma leve pressão entre os dedos e considerou-se frutos moles aqueles que apresentavam alguma área amolecida maior que 1cm de diâmetro (BEN-ARIE et al., 2001); o índice de escurecimento da epiderme (1 a 3), foi determinado através de níveis de manifestação, em que o nível 1 corresponde ao fruto com escurecimento da epiderme <10%; 2 10 a 30%; 3 >30% e podridões (%) baseadas na avaliação visual, sendo considerados frutos podres aqueles que apresentavam sintomas típicos de ataque de patógenos, com lesão maior que 5mm de diâmetro. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro. Os valores expressos em percentagem foram transformados pela fórmula  $arc.sen\sqrt{x/100}$  antes da análise da variância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostram que a firmeza de polpa apresentou-se mais elevada na condição 10 + 15, seguido pelas condições de 0,5 + 5, >10 +10 e 1 + 15 (Figura 1 [A]). O armazenamento de caqui 'Fuyu' nas condições de O<sub>2</sub> acima de 10kPa e as combinações de 0,5 + 5 e 1 + 15 mostraram firmeza de polpa acima de 14,5N, que é considerada aceitável para o consumo (KATO, 1990). O baixo O<sub>2</sub> e alto CO<sub>2</sub> atuam inibindo a glicólise, o ciclo de Krebs e a cadeia respiratória (SAQUET, 2001), e, desta forma, reduzem a produção de energia que seria utilizada pelas enzimas na degradação da parede celular (BRACKMANN & CHITARRA, 1998). Esses gases atuam ainda indiretamente sobre a síntese e ação do etileno (DONAZZOLO, 2001). Foi verificado por TONG et al. (2003) um aumento na atividade das enzimas pectinesterase (PE) e poligalacturonase (PG) e na desintegração da lamela média e membrana plasmática como resultado da maturação dos frutos, desencadeada pela ação do etileno (NAKANO et al., 2003), sendo que altas pressões parciais de CO<sub>2</sub> reduziram a produção de etileno (ITAMURA et al., 1991). Esses mesmos autores verificaram que estes processos foram acompanhados da diminuição de protopectinas, enquanto que a permeabilidade das membranas e pectinas solúveis aumentaram, ocorrendo redução da firmeza de polpa.

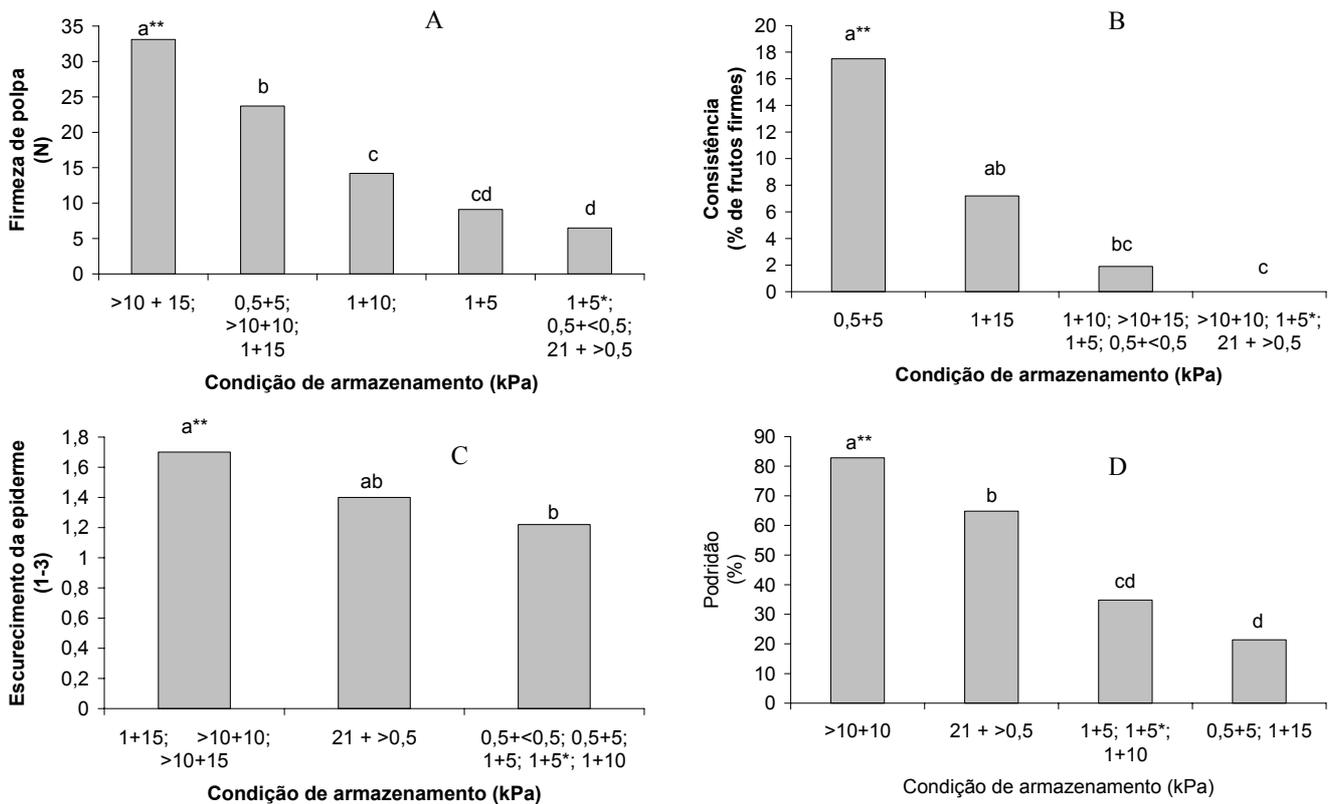


Figura 1 - Qualidades de caquis cv. Fuyu [A] firmeza de polpa, [B] consistência, [C] Escurecimento da epiderme, [D] podridão, após 85 dias de armazenamento a -0,5°C, mais três dias a 20°C. Santa Maria, 2002.

\* Instalação da atmosfera atrasada em 10 dias \*\* Médias seguidas de diferentes letras (minúscula) em cada gráfico diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro

Quanto à consistência dos frutos (Figura 1 [B]), esta foi maior nas condições de 0,5 + 5 e 1 + 15, um comportamento semelhante à firmeza de polpa. Provavelmente os frutos na atmosfera controlada (0,5 + 5 e 1 + 15) apresentaram menor respiração em relação aos frutos do AR, (KE et al., 1993) e também pelo fato do baixo O<sub>2</sub> e o alto CO<sub>2</sub> diminuírem a produção de etileno, fito-hormônio que desencadeia o processo de amolecimento dos frutos (NAKANO et al. 2003), através da síntese e ativação da pectinesterase e poligalacturonase (TONG et al., 2003). O retardamento da instalação da atmosfera controlada em 10 dias não afetou a firmeza da polpa e a sua consistência quando comparado com a condição 1 + 5 sem retardamento. A condição de >10 + 15 cuja firmeza de polpa foi maior que 30N não apresentou elevado percentual de frutos firmes, devido ao amolecimento não se dar de forma homogênea. Desta maneira, pelo amolecimento não ocorrer na região equatorial do fruto, na avaliação de firmeza da polpa, não foi detectada esta redução da qualidade.

O índice de escurecimento da epiderme (Figura 1 [C]) foi baixo em todas as condições de armazenamento. Após três meses de armazenamento seguido de três dias a 20°C, os frutos apresentaram a maior incidência de escurecimento nas condições de >10 + 15, >10 + 10, 1 + 15 e AR. Tal fato mostra que a maior incidência de escurecimento pode estar relacionado ao alto O<sub>2</sub>, provavelmente devido à oxidação de polifenóis do caqui (BEN-ARIE & ZUTKHI, 1992; BURMEISTER et al., 1997). PARK (1997) verificou que a redução de O<sub>2</sub> reduz a afinidade da enzima polifenol oxidase (PPO) pelo substrato. BEN-ARIE & ZUTKHI (1992) também verificaram que a redução dos níveis de O<sub>2</sub> pode ter inibido a oxidação de fenóis que levam a formação de pigmentos escuros. Este distúrbio, no entanto, pode ocorrer com mais intensidade quando a atmosfera com baixo O<sub>2</sub> é combinada com alto CO<sub>2</sub> (acima de 10kPa), causando pintas pretas espalhadas pela superfície do fruto (LEE et al., 2003). Este sintoma foi observado no presente trabalho e explica por que a condição de 1 + 15 também apresentou alta incidência de escurecimento.

As menores incidências de podridões (Figura 1 [D]), após o armazenamento, seguido de três dias de climatização a 20°C, ocorreram nas condições de 0,5 + 5 e 1 + 15. Isto pode ser atribuído ao baixo O<sub>2</sub> combinado ao alto CO<sub>2</sub>, que apresentaram efeito fungistático, inibindo a germinação de esporos e o desenvolvimento dos fungos durante o período de armazenamento e, ter, ainda um efeito prolongado. Os frutos nestas condições tiveram uma menor maturação, com a manutenção da integridade da membrana e firmeza de polpa elevada. Isso concorda com o resultado obtido por DONAZZOLO (2001) na cv. Quioto com elevação da pressão parcial de CO<sub>2</sub> houve menor incidência de podridões, porém não foi testado o efeito do baixo O<sub>2</sub>. O autor atribui para o CO<sub>2</sub> a função de diminuir a germinação de esporos e desenvolvimento de fungos e, conseqüentemente, reduziu a incidência de podridões. No entanto, as condições com elevado O<sub>2</sub> (10kPa) combinado com elevado CO<sub>2</sub> (10 e 15kPa) apresentaram alta incidência de podridões. No gráfico foram suprimidos dois tratamentos, caso contrário não seria possível agrupar os tratamentos conforme a avaliação estatística. Os tratamentos retirados do gráfico foram >10 + 15 que apresentaram na análise estatística letras bc e 0,5 + <0,5 que apresentava letras bcd.

## CONCLUSÕES

A firmeza de polpa mantém-se mais elevada com alto O<sub>2</sub> combinado com alto CO<sub>2</sub>, porém a percentagem de frutos firmes é maior quando se utiliza baixo O<sub>2</sub> 0,5 e 1kPa combinado com 5 e 15kPa de CO<sub>2</sub>, respectivamente.

O baixo O<sub>2</sub> (0,5 e 1,0kPa), isoladamente, controla a incidência de podridões e quando combinado com alto CO<sub>2</sub>, (até 10kPa) mantém baixa incidência de escurecimento da epiderme.

O retardamento da instalação da atmosfera em 10 dias não prejudica nem traz benefícios na conservação da qualidade do caqui 'Fuyu', na condição de AC 1 + 5.

Os parâmetros que limitam o armazenamento de caqui são a ocorrência de podridão, o escurecimento da epiderme e a perda de firmeza de polpa.

Sugere-se, para futuros trabalhos de pesquisa, a avaliação de uma temperatura de prateleira mais baixa (15°C), que representaria melhor a condição de julho e agosto do RS quando os frutos saem da câmara frigorífica.

Para melhorar a conservação de caqui 'Fuyu' sugere-se testar pressões parciais mais baixas que 0,5kPa de O<sub>2</sub>, combinadas com CO<sub>2</sub> entre 5 e 15kPa, além da aplicação pré colheita de giberelina e pós-colheita de 1-MCP, para diminuir, principalmente, o escurecimento da epiderme e a rápida perda de firmeza de polpa durante o período de comercialização. Para tentar entender melhor o escurecimento deveria se avaliar atividades enzimáticas e presença de polifenóis.

## ABSTRACT

*The aim of this work was to evaluate the effect of controlled atmosphere storage conditions on the maintenance of flesh firmness and control of rot and skin browning. The experiment was carried out at -0.5°C in 2002. Evaluated storage conditions were: (1) cold storage; (2) 0.5 kPa O<sub>2</sub> + <0.5 kPa CO<sub>2</sub>; (3) 0.5 kPa O<sub>2</sub> + 5 kPa CO<sub>2</sub>; (4) 1 kPa O<sub>2</sub> + 5 kPa CO<sub>2</sub>; (5) 1 kPa O<sub>2</sub> + 10 kPa CO<sub>2</sub>; (6) 1 kPa O<sub>2</sub> + 15 kPa CO<sub>2</sub>; (7) >10 kPa O<sub>2</sub> + 10 kPa CO<sub>2</sub>; (8) >10 kPa O<sub>2</sub> + 15 kPa CO<sub>2</sub>; and (9) 1 kPa O<sub>2</sub> + 5 kPa CO<sub>2</sub> with 10 days of delay in the establishment of controlled atmosphere conditions. The experimental design was randomized blocks, where the samples were separated by size and fruit ripening at harvest. The evaluations of fruit quality were carried out after 3 months of storage followed by 3 days at 20°C. According to the results, the increase in partial pressure of CO<sub>2</sub> kept higher flesh firmness, and treatment 8 showed the highest with flesh firmness. Skin browning was reduced at low O<sub>2</sub> combined with high CO<sub>2</sub> or with CO<sub>2</sub> < 0.5kPa. The treatments that show smaller skin browning were 1, 2, 3, 4 and 5. The condition of 0.5kPa of O<sub>2</sub> + 5 kPa of CO<sub>2</sub> reduces the incidence of rot and maintains larger the consistence of fruit, assessed by finger pressure, until the third day after the exit of the room. This is the condition more appropriately to the storage of 'Fuyu' persimmon in AC.*

*Key words: conservation, temperature, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>.*

## REFERÊNCIAS

- BEN-ARIE, R. ; ZUTKHI. Extending the storage life of 'Fuyu' persimmon by modified atmosphere packaging. *HortScience*, Alexandria, v. 27, n. 7, p. 811 – 813, 1992.
- BEN-ARIE, R.; OHAD, N.; ALLA, Z. *et al.* Extending the shelf life of 'Triumph' persimmon after storage with 1-MCP. *Alon Hanotea*, Ramat Yishay, v. 55, n. 12, p. 524 – 527, 2001.
- 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.

BURMEISTER, D. M.; BALL, S.; GREEN, S. *et al.* Interaction of hot water treatments and controlled atmosphere storage on quality of 'Fuyu' persimmon. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 12, n.1, p.71 – 81, 1997.

DONAZZOLO, J. **Efeito da temperatura e CO<sub>2</sub> no armazenamento em atmosfera controlada sobre a qualidade de caqui cvs. Fuyu e Quioto.** 2001. 69p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2001.

ITAMURA, H.; KITAMURA, T.; TAIRA, S. *et al.* Relationship between, fruit softening, ethylene production and respiration in Japanese persimmon 'Hiratanenashi'. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, v. 60, n. 3, p. 695 – 701, 1991.

LEE, Y.J.; LEE, Y. M.; KWON, O. C. *et al.* Effects of low oxygen and high carbon dioxide concentrations on modified atmosphere-related disorder of 'Fuyu' persimmon fruit. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 601, p. 171 – 176, 2003.

KATO, K. Astringency removal and ripening in persimmons treated with ethanol and ethylene. **HortScience**, Alexandria, v.25, n.2, p.205-207, 1990.

KE, D.; MATEOS, M.; KADER, A. A. Regulation of fermentative metabolism in fruit and vegetable by controlled atmosphere. In: INTERNATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, 6, 1993, Ithaca, New York.

**Proceedings...** New York : Cornell University, 1993. v. 1, p. 63 – 77.

NAKANO, R.; KUBO, Y; INABA, A. *et al.* Involvement of stress-induced ethylene biosynthesis in fruit softening of 'Saijo' persimmon fruit. **Acta Horticulturae**, n. 601, p. 219 – 226, 2003.

PARK, Y. S. Changes in fruit skin blackening, phenolic acids and ethanol production of non-astringent 'Fuyu' persimmon fruits during CA storage. In: INTERNATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, 7, 1997, Davis. **Proceedings...** Davis : University of California, 1997. p.170-176, v.3.

SAQUET, A. A. **Untersuchungen zur Entstehung physiologischer Fruchterkrankungen sowie zur mangelhaften Aromabildung von 'Conference' Birnen und 'Jonagold' Äpfeln unter verschiedenen CA-Lagerbedingungen.** 2001. 191 p. Tese (Doutorado em Fisiologia Pós-colheita) – Universität Hohenheim, Stuttgart, 2001.

TONG, B.; RAO, J. P.; REN, X. L.; *et al.* Ultrastructural changes in the mesocarp cells in relation to the physiological metabolism of persimmon (*Diospyros kaki* L.) fruit during ripening and senescence. **Acta Horticulturae**, n. 601, p. 199 – 203, 2003.