

MOISES ZUCOLOTO

**AMADURECIMENTO E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE PERAS
EUROPEIAS PRODUZIDAS NO BRASIL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2012

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

Z94a
2012

Zucoloto, Moises, 1982-
Amadurecimento e conservação pós-colheita de peras
Europeias produzidas no Brasil / Moises Zucoloto. – Viçosa,
MG, 2012.
xi, 129f. : il. (algumas color.) ; 29cm.

Orientador: Dalmo Lopes de Siqueira
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Pera – Fisiologia pós-colheita. 2. Etanol.
3. Metil jasmonato. 4. 1-metilciclopropeno. 5. Embalagens.
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de
Fitotecnia. Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia.
II. Título.

CDD 22. ed. 634.13

MOISES ZUCOLOTO

**AMADURECIMENTO E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE PERAS
EUROPEIAS PRODUZIDAS NO BRASIL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 14 de dezembro de 2012.

Ana Beatriz Costa Czermainski

Danielle Fabíola Pereira da Silva

Lucimara Rogeria Antonioli
(Coorientador)

Luiz Carlos Chamhum Salomão
(Coorientador)

Dalmo Lopes de Siqueira
(Orientador)

Ao meu querido pai Bonfilho Zucoloto (*in memoriam*), exemplo de coragem e determinação para superar os obstáculos da vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa e ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia pela oportunidade de realizar meu doutorado.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro para a realização desta pesquisa.

À minha esposa Graça, pelo amor e, principalmente, pela compreensão quando me desloquei para Bento Gonçalves para realizar meus experimentos. Muito obrigado!

A minha mãe pelo carinho e confiança que sempre depositou em mim.

Aos meus irmãos pelo apoio e pela amizade em toda a vida.

Ao meu orientador Dr. Dalmo Lopes de Siqueira, pelo exemplo de dedicação, companheirismo e principalmente pela franqueza. Meus sinceros agradecimentos.

A minha coorientadora Dra. Lucimara que me acolheu em Bento Gonçalves e me deu suporte para o desenvolvimento de minha tese. Também agradeço pela paciência, dedicação e prontidão.

Ao meu coorientador Prof. Dr. Luiz Carlos Chamhum Salomão pelo exemplo de didática e paciência.

A minha conselheira estatística Dra. Ana pela grande contribuição nas análises dos dados. Agradeço também pela acolhida na Embrapa Uva e Vinho, juntamente com seu esposo Dr. Paulo.

A pesquisadora Dra. Danielle pelas sugestões valiosas.

Ao Prof. Dr. Finger por contribuir com o meu aprendizado na área de pós-colheita.

Aos colegas do laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita da Embrapa Uva e Vinho: Josiane, Liliane, Ana, Cintia, Norma, Tatiane, Renata, Mauricio, Paula, Carol, Caline, Mari, Debora e em especial ao Wanderson, Felipe Andreazza e Laís que me ajudaram sem medir esforços. Aos demais colegas da Embrapa que, por muitas vezes, participaram da análise sensorial de pera.

Aos colegas da república de Bento Gonçalves: Fernando Andreazza, Martelli, Cristiam, Arbugeri e Chiquim.

Aos companheiros de república em Viçosa: Victor, Fabricio e Vinicius.

Ao amigo Gustavo (Kbeça) que me acolheu em Viçosa e me auxiliou da melhor maneira possível.

Aos colegas da Fruticultura e Pós-Graduação Luana, Robson, Matarazzo, Lorena, João, Cícero, Telma, Márcio, Daniel, Anderson, Cessa, Marcão, Caio, Fabio e Tatiani.

Ao grande Dierlei, companheiro de todas as horas. Tive a sorte de tê-lo como sócio em trabalhos de consultoria.

A Deus, por intermédio de Nossa Senhora de Fátima que ilumina os meus caminhos.

BIOGRAFIA

Moises Zucoloto, natural de Colatina, Espírito Santo, filho de Maria Margarida Fornaciari Zucoloto e Bonfilho Zucoloto, agricultores familiares do Distrito de Barra do Triunfo, João Neiva - ES.

Em 2001, ingressou no curso de agronomia na Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, graduando-se em 2006 e dando inicio ao mestrado como aluno especial no mesmo ano.

Em março de 2007, ingressou no programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal em nível de mestrado no Centro de Ciências Agrárias da UFES, sendo bolsista da Fundação de Amparo a Pesquisa do Espírito Santo (FAPES), submetendo-se a defesa em fevereiro de 2009.

Em março de 2009, ingressou no programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, em nível de doutorado, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, sendo bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), submetendo a defesa de tese no dia 14 de dezembro de 2012.

RESUMO

ZUCOLOTO, Moises. D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2012. **Amadurecimento e conservação pós-colheita de peras Europeias produzidas no Brasil.** Orientador: Dalmo Lopes de Siqueira. Coorientadores: Lucimara Rogéria Antonioli e Luiz Carlos Chamhum Salomão.

O presente trabalho teve como objetivo definir o tempo necessário de condicionamento por frio para indução e uniformização do amadurecimento, buscar alternativas para controle de distúrbios fisiológicos e uso de atmosfera modificada para prolongar o período de armazenamento de peras Europeias produzidas no Brasil. Para tanto, foram conduzidos sete experimentos, apresentados em três capítulos. No capítulo 1, buscou-se definir o tempo necessário de condicionamento por frio para uniformização do amadurecimento de peras. Realizou-se três colheitas de frutos de 'Abate Fetel', 'Rocha' e 'Packham's Triumph' em intervalos semanais onde cada colheita constituiu um experimento fatorial (7x3), sendo sete períodos de manutenção sob baixa temperatura (0, 20, 40, 60, 80, 100 e 120 dias) e três de manutenção em ambiente simulado a 20 ± 1 °C (zero, três e seis dias). Observou-se que, nas condições brasileiras, as cultivares necessitam de diferentes períodos de condicionamento por frio para a indução do amadurecimento, variando de acordo com a data de colheita. No capítulo 2, objetivou-se verificar alternativas para redução da ocorrência de distúrbios fisiológicos. Realizou-se o primeiro experimento a fim de avaliar diferentes datas de colheita em relação ao potencial de armazenamento e diminuição da incidência de distúrbios fisiológicos e o segundo experimento, onde se buscou verificar alternativas para o controle dos distúrbios fisiológicos por meio do uso de etanol, metil jasmonato e 1-MCP em peras 'William's'. No primeiro experimento foram realizadas três colheitas em intervalos semanais. As peras foram avaliadas logo após a colheita, aos 20, 40, 60, 80, 100 e 120 dias de manutenção sob baixa temperatura e três de manutenção em ambiente simulado a 20 ± 1 °C (zero, três e seis dias). No segundo experimento os frutos foram colhidos quando a firmeza de polpa atingiu 90N e foram submetidos aos tratamentos: (T1) Controle: manutenção dos frutos em temperatura de 0 ± 1 °C; (T2) Metil jasmonato: os frutos foram expostos ao metil jasmonato por 24 horas a temperatura de 20 ± 1 °C com

concentração de 10^{-5} mol/L; (T3) Vapor de etanol: os frutos foram expostos a álcool etílico durante 24 horas a temperatura de 20 ± 1 °C na proporção de seis mL/kg de fruto e (T4) 1-MCP: frutos foram tratados por meio da exposição de 1-MCP durante 24 horas e armazenados a temperatura de 0 ± 1 °C na concentração de 300 ppb. Os frutos da primeira data de colheita apresentaram menor incidência de distúrbio fisiológico e suportaram maior tempo de armazenamento refrigerado. O tratamento com etanol foi capaz de manter a firmeza de polpa dos frutos por até 90 dias e reduziu a incidência de distúrbios fisiológicos, mas conferiu gosto residual ruim aos frutos. O uso do 1-MCP possibilitou o armazenamento dos frutos por até 120 dias sem incidência de distúrbio fisiológico. Finalmente, no capítulo 3, objetivou-se verificar a utilização de atmosfera modificada para prolongar o período de armazenamento de frutos de peras 'Rocha' e Packham's Triumph', colhidos com firmeza de polpa de 67,61 e 74,69N, respectivamente. Os frutos foram divididos em dois lotes e submetidos aos tratamentos: Controle: frutos foram dispostos em caixas plásticas e armazenados em câmara fria com temperatura de 0 ± 1 °C e umidade relativa em torno de $90 \pm 5\%$, por até 180 dias; Atmosfera modificada: os frutos foram mantidos em caixas plásticas e revestidos com filme de polietileno de baixa densidade linear (100 μ m) com aditivo BIF 1500 6% (Bag it Fresh B.I.F. 1500, Magna Chemical Canada Inc.), por até 180 dias. Cada tratamento constitui um experimento em esquema fatorial (7x2), sendo sete períodos de armazenamento refrigerado (0, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias) e dois períodos de ambiente simulado (0, 5 dias). O uso de atmosfera modificada possibilitou armazenar frutos de peras 'Rocha' e 'Packham's Triumph' por até 180 dias, sem comprometer a qualidade.

ABSTRACT

ZUCOLOTO, Moises, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, December, 2012. **Ripening and post-harvest storage of European pears produced in Brazil.** Adviser: Dalmo Lopes de Siqueira. Co-Advisers: Lucimara Rogéria Antonioli and Luiz Carlos Chamhum Salomão.

The objective of this study was to define the time required for cold conditioning and to induce uniform ripening, to search for alternatives to control physiological disorders and use of modified atmosphere to extend the storage period of European pears produced in Brazil. Thus, it was conducted seven experiments, presented in three chapters. In Chapter 1, the objective was to define the time required for conditioning by cold for ripening uniformity of pears. Three harvests of 'Abate Fetel', 'Rocha' and 'Packham's Triumph' were performed at weekly intervals where each crop was a factorial design (7x3), with seven maintenance periods at low temperature (0, 20, 40, 60, 80, 100 and 120 days) and three maintenance days in simulated environment at $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$ (zero, three and six days). It was observed that, under Brazilian conditions, cultivars need different cold conditioning periods to induce maturation, varying according to the harvest date. In chapter 2, the objective was to verify alternatives for reducing physiological disorders. The first experiment was carried out to assess different harvest dates in relation to storage potential and reduction in the incidence of physiological disorders and the second experiment, whose objective was to evaluate alternatives for the control of physiological disorders by using ethanol, methyl jasmonate and 1-MCP in 'William's' pears. In the first experiment, three harvests were held at weekly intervals. The pears were evaluated immediately after harvest, on days 20, 40, 60, 80, 100 and 120 of maintenance under low temperatures and three days of maintenance in simulated environment at $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$ (zero, three and six days). In the second experiment, harvest was performed when the fruit pulp firmness reached 90N and it was submitted to the following treatments: (T1) control: maintaining fruit at $0 \pm 1^{\circ}\text{C}$; (T2) Methyl jasmonate: the fruit was exposed to methyl jasmonate for 24 hours at $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$ at a concentration of 10^{-5} mol/L; (T3) Ethanol steam: fruits were exposed to ethanol for 24 hours at $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$ at a rate of six mL/kg of fruit and (T4) 1-MCP: fruits were treated by exposure to 1-MCP for 24 hours and

stored at $0 \pm 1^\circ\text{C}$ at a concentration of 300 ppb. The fruits of the first harvest date displayed a lower incidence of physiological disorders and endured longer cold storage. The ethanol treatment was able to maintain the pulp firmness of the fruit for up to 90 days and reduced the incidence of physiological disorders, but it gave a bad flavor to the fruit. The use of MCP-1 has allowed the storage of the fruit up to 120 days with no incidence of physiological disorders. Finally, in Chapter 3, the objective was to verify the use of modified atmosphere to extend the shelf life of 'Rocha' and 'Packham's Triumph' pears, harvested with pulp firmness of 67.61 and 74.69 N, respectively. The fruits were divided into two lots and submitted to the following treatments: Control - fruits were placed in plastic boxes and stored in a cold room at $0 \pm 1^\circ\text{C}$ and relative humidity around $90 \pm 5\%$ for 180 days; modified atmosphere: the fruits were kept in plastic boxes and coated with polyethylene film of linear low density (100 μm) with additive BIF 1500 6% (Bag It Fresh B.I.F. 1500, Magna Chemical Canada Inc.), for up to 180 days. Each treatment is an experiment in factorial design (7x2), with seven periods of cold storage (0, 30, 60, 90, 120, 150 and 180 days) and two periods of simulated environment (0, 5 days). The use of modified atmosphere allowed for storing 'Rocha' and 'Packham's Triumph' pears for up to 180 days without compromising quality.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	2
2.1 Aspectos econômicos da cultura da pereira	2
2.2 Cultivares presentes no Brasil	3
2.2.1 'Abate Fetel'	3
2.2.2 'William's'	4
2.2.3 'Rocha'	5
2.2.4 'Packham's Triumph'	6
2.3 Amadurecimento e ponto de colheita de peras Europeias	7
2.4 Indução e uniformização do amadurecimento por meio de condicionamento ao frio.....	8
2.5 Atmosfera modificada	9
2.6 Distúrbios fisiológicos	10
2.7 Alternativas para controle dos distúrbios fisiológicos.....	11
2.7.1 1-MCP	12
2.7.2 Etanol	13
2.7.3 Metil jasmonato	14
2.8 Referências bibliográficas	15
3 CAPÍTULO 1 - CONDICIONAMENTO POR FRIO PARA INDUÇÃO E UNIFORMIZAÇÃO DO AMADURECIMENTO DE PERAS 'ABATE FETEL', 'ROCHA' E 'PACKHAM'S TRIUMPH'	20
3.1 Introdução.....	22
3.2 Material e métodos	23
3.2.1 'Abate Fetel'	24
3.2.2 'Rocha'	24
3.2.3 'Packham's Triumph'	24
3.3 Métodos e avaliações físicas, químicas e sensoriais.....	25
3.4 Resultados e discussão	27
3.4.1 'Abate Fetel'	27
3.4.2 'Rocha'	42
3.4.3 'Packham's Triumph'	56
3.5 Conclusões.....	70
3.6 Referências bibliográficas.....	70

4	CAPITULO 2 - ALTERNATIVAS PARA PROLONGAR O PERÍODO DE ARMAZENAMENTO E DIMINUIR A INCIDÊNCIA DE DISTÚRBIOS FISIOLÓGICOS EM PERAS 'WILLIAM'S'	74
4.1	Introdução	76
4.2	Material e métodos	78
4.2.1	Experimento 1 - Potencial de armazenamento e incidência de distúrbio fisiológico em peras provenientes de diferentes datas de colheita	79
4.2.2	Experimento 2 - Alternativas para o controle de distúrbio fisiológico por meio do uso de etanol, metil jasmonato e 1-MCP	80
4.2.3	Avaliação de qualidade	82
4.3	Resultados e discussão	84
4.3.1	Experimento 1 - Potencial de armazenamento e incidência de distúrbio fisiológico em peras provenientes de diferentes datas de colheita	84
4.3.2	Experimento 2 - Alternativas para o controle de distúrbio fisiológico por meio do uso de etanol, metil jasmonato e 1-MCP	93
4.4	Conclusões	102
4.5	Referências bibliográficas	102
5	CAPÍTULO 3 - EXTENSÃO DO PERÍODO DE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO DE PERAS 'ROCHA' E 'PACKHAM'S TRIUMPH' USANDO ATMOSFERA MODIFICADA	107
5.1	Introdução	108
5.2	Material e métodos	109
5.3	Resultados e discussão	113
5.4	Conclusões	128
5.5	Referencias bibliográfica	128

1 INTRODUÇÃO GERAL

O consumo de frutas frescas tem conquistado muitos adeptos nos dias atuais por ser um hábito saudável, o que aumenta a demanda e, conseqüentemente, a necessidade de maior produção. As peras são apreciadas devido às suas qualidades organolépticas, mas, devido ao seu elevado preço no Brasil, o fruto não é acessível à boa parte da população. Isto se deve ao fato de que 88% da pera que se consome no Brasil ser proveniente de importação (FAO, 2012).

A falta de manejo adequado, tanto em campo como na pós-colheita, e a pouca diversidade de cultivares adaptados, fazem com que o Brasil não consiga produzir peras em quantidade, qualidade e regularidade necessárias para alcançar a autossuficiência. A geração de novas tecnologias pode fazer com que o Brasil supere a situação atual de importador de peras e passe a ser um país exportador desse fruto.

Além da baixa produção, as peras produzidas no Brasil são de qualidade inferior quando comparadas com as importadas. Essa inferioridade é devida à falta de informações técnicas quanto às variedades adaptadas para cada região, manejo inadequado dos pomares e uso incorreto de técnicas na pós-colheita, o que faz com que as peras brasileiras sejam comercializadas a preços inferiores ao das importadas, desestimulando o produtor. Como a produção é pequena, a pesquisa segue a mesma tendência, ou seja, há pouca pesquisa sobre esse fruto no Brasil.

Peras Europeias, apesar de serem consideradas climatéricas, necessitam de armazenamento em baixa temperatura e em seguida, devem ser mantidas em temperatura ambiente, para que amadureçam satisfatoriamente. O tempo de exposição à baixa temperatura para induzir o amadurecimento varia de acordo com a cultivar, a temperatura e o estágio de maturação em que o fruto foi colhido (SUGAR; BASILE, 2009). O período pós-colheita é essencial na manutenção da qualidade dos frutos, sendo necessário no Brasil, a definição das condições ideais de armazenamento refrigerado e pós-armazenamento dos frutos, para cada cultivar.

Ainda, as peras podem apresentar distúrbios fisiológicos na polpa, que causam degeneração e escurecimento. Esses distúrbios têm gerado sérios prejuízos, pois deixam os frutos impróprios para o consumo, além de

comprometer o armazenamento por longos períodos. Com isso, alternativas devem ser criadas para impedir o desenvolvimento de distúrbios fisiológicos em peras.

O objetivo deste trabalho foi de definir o tempo necessário de condicionamento por frio, de forma a se obter a uniformização do amadurecimento e características organolépticas recomendadas para consumo, determinar o período máximo de armazenamento sem que haja prejuízos à qualidade dos frutos, apresentar alternativas para o controle dos distúrbios fisiológicos e, ainda, avaliar o uso de atmosfera modificada no prolongamento do período de armazenamento de peras Europeias produzidas no Brasil.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aspectos econômicos da cultura da pereira

A pera é um dos frutos de maior aceitação e importância econômica internacional. Os maiores produtores, no ano de 2009, foram a China, com produção de aproximadamente 65% do total mundial, seguida pelos Estados Unidos, Itália, Espanha, Argentina. O Brasil, cuja produção representa apenas 0,08% da produção mundial e ocupa a 46ª posição no ranking mundial (FAO, 2012).

O Brasil, no ano de 2009, importou cerca de 140 mil toneladas de peras, equivalente a 54% do total das frutas frescas importadas. Neste mesmo ano, a produção nacional foi de apenas 14 mil toneladas, o que corresponde a apenas 10% do total consumido pelos brasileiros (IBRAF, 2012). Isso se deve à pequena área cultivada e à baixa produtividade nacional, em torno de 11 toneladas por hectare (FAO, 2012; IBRAF, 2012). De acordo com Fioravanço, (2007), a situação econômica e os entraves para o desenvolvimento da cultura estão relacionados à falta de pesquisas para a definição do manejo adequado dos pomares, de cultivares adaptadas às regiões e também à competição com frutíferas de retorno econômico mais rápido, tais como a macieira, pessegueiro e ameixeira.

Por ser um fruto de clima temperado a subtropical, os principais estados produtores estão situados na região sul e sudeste do Brasil, onde o Rio Grande do Sul é responsável por 49,77% da produção nacional, seguido pelos Estados

do Paraná com 16,28%, Santa Catarina e São Paulo com 15,81 e 5,14%, respectivamente (FAO, 2012).

A exemplo da macieira, que teve seu cultivo incentivado graças aos investimentos atraídos pela Lei de Incentivos Fiscais para Reflorestamento e alcançou, no ano de 2008, produtividade média superior a 50 toneladas por hectare (FAO, 2012), o cultivo da pereira apresenta grande potencial de crescimento, uma vez que já existe mercado consumidor estabelecido e poderá usufruir da infraestrutura utilizada pela cadeia da macieira, como tratores, pulverizadores, câmara refrigeradas, entre outros (FIORAVANÇO, 2007).

2.2 Cultivares presentes no Brasil

A pereira pertence à família Rosaceae, gênero *Pyrus*, que abrange mais de vinte espécies. As espécies se diferenciam de acordo com o amolecimento dos frutos durante o amadurecimento. Peras Europeias, (*Pyrus communis* L.) são frutos climatéricos e apresentam redução da firmeza de polpa após amadurecimento. Peras Chinesas (*Pyrus bretschneideri* Rehd.) apresentam aumento na produção de etileno antes do amadurecimento, mas mantêm a firmeza de polpa. Peras Japonesas, (*Pyrus pyrifolia* Nakai), são classificadas como não climatéricas por não apresentarem aumento na produção de etileno ao longo do amadurecimento e, também não alterarem a cor da epiderme e a firmeza de polpa. Ainda, existem as híbridas que apresentam polpa firme (HIWASA et al., 2004).

No Brasil, as peras Europeias são as mais importantes, sendo elas a 'Abate Fetel', 'Rocha', 'Packham's Triumph', 'Santa Maria', 'Bartlett' (William's Bon Chrétien), 'Red Bartlett', 'Winter Nellis' e 'Beurré Hardy' (GONÇALVES, 2008). Dentre as cultivares com potencial para o cultivo na região sul do Brasil, tanto em produção, qualidade e aceitação dos frutos pelos consumidores destaca-se a 'Abate Fetel', 'William's', 'Rocha', 'Santa Maria' e 'Packham's Triumph' (ANTONIOLLI, 2011).

2.2.1 'Abate Fetel'

A cultivar Abate Fetel (Figura 1) é muito difundida na Europa, principalmente na Itália, onde ocupa a maior parte da área cultivada com pereiras e seus frutos têm grande aceitação pelos consumidores (PREDIERI; GATTI, 2009). O sucesso da cultivar pode ser atribuído à forma alongada dos frutos, que é uma

característica que os difere dos frutos das demais cultivares, além de manter a qualidade durante longos períodos de armazenamento. A polpa é firme, de coloração creme e de excelente qualidade (PREDIERI; GATTI, 2008). Assim como na Europa, a cultivar tem apresentado excelentes resultados na Argentina, tornando-se uma nova opção para diversificação da produção local (GARRIZ et al., 2005). No Brasil, devido às condições de clima, o fruto tem coloração marrom causado pela presença de *russeting*, que é caracterizado por uma camada de cortiça formada nas células da epiderme. Sob condições de alta umidade relativa, são formadas fendas na cutícula que envolve o fruto, expondo as células que ficam logo abaixo. A reação de proteção da planta é isolar as áreas danificadas através da formação de tecido cortiçoso na superfície da epiderme (RUFATO et al., 2010).



Figura 1 - Frutos da cultivar Abate Fetel.

2.2.2 'William's'

Também conhecida como 'Bartlett' (Figura 2), a cultivar teve sua origem na Inglaterra. Atualmente, é muito difundida nos Estados Unidos da América tanto para consumo *in natura* quanto para industrialização (QUEZADA et al., 2003). Os frutos apresentam tamanho médio a grande, 180 a 250 g respectivamente,

formato piriforme e epiderme delicada, lisa e de coloração variando de verde a verde-amarela. A epiderme apresenta, em certos locais, coloração vermelho-rosada, resultando em ótimo aspecto. Nos pomares brasileiros é comum a presença de *russeting* na epiderme dos frutos.



Figura 2 - Frutos da cultivar William's.

2.2.3 'Rocha'

Por ser de origem portuguesa, a cultivar Rocha é conhecida popularmente no Brasil como “pera portuguesa”. A cultivar é muito difundida em seu país de origem, representando 95% da produção entre as diferentes cultivares de peras produzidas em Portugal (SALTA et al., 2010). O fruto apresenta coloração amarela e forma variável, sendo predominantemente redonda ovalada, redonda piriforme ou piriforme ovalada, com peso médio de 180 g. A cultivar apresenta *russeting* na região de inserção do pedúnculo, que se dispersa, irregularmente, por toda a superfície (Figura 3) (ANP, 1997). A polpa é branca, succulenta, firme e com presença de esclereídeos, responsáveis pela aspereza que confere sensação de grânulos ao paladar (BAIN, 1961).



Figura 3 - Frutos da cultivar Rocha.

2.2.4 'Packham's Triumph'

Originária da Austrália, a cultivar Packham's Triumph apresenta frutos de tamanho médio a grande, com 180 a 250 g, respectivamente, de formato piriforme e contorno irregular (QUEZADA et al., 2003). A epiderme é delgada, de cor amarelo-esverdeado e com presença de *russeting* distribuído em todo o fruto (Figura 4). A polpa é creme-clara, muito macia, suculenta e doce (CAMPO-DALL'ORTO, 1996).



Figura 4 - Frutos da cultivar Packham's Triumph.

2.3 Amadurecimento e ponto de colheita de peras Europeias

Peras Europeias são classificadas como climatéricas e quando os frutos amadurecem na planta apresentam comprometimento da qualidade. Os principais problemas observados são a textura farinácea e falta de suculência (AGAR et al., 1999). Portanto, peras Europeias devem ser colhidas no estágio de maturação fisiológica, geralmente muito firmes. Antes do consumo devem ser amadurecidas mediante armazenamento refrigerado (-1 a 0 °C e 90% UR) ou com a aplicação de etileno. Em seguida, os frutos devem ser mantidos em ambiente com temperaturas entre 15 e 21 °C e 80 a 85% umidade relativa para uniformização do amadurecimento (CANTILLANO, 1987).

Para as cultivares que apresentam maior potencial de exploração no Brasil, tais como 'Rocha', 'William's', 'Packham's Triumph' e 'Abate Fetel', recomenda-se valores de firmeza e sólidos solúveis no momento da colheita, de acordo com pesquisas realizadas em suas principais regiões produtoras, conforme Tabela 1. Para as condições brasileiras, os índices específicos para determinar a colheita de cada cultivar são escassos.

Tabela 1 - Valores de firmeza de polpa e sólidos solúveis recomendados para colheita de peras 'Rocha', 'William's', 'Packham's Triumph' e 'Abate Fetel' em suas principais regiões produtoras

Cultivares	Principal País produtor	Firmeza da polpa (N)	Sólidos solúveis (%)
Rocha	Portugal	55-65	12-14
William's	Argentina	83-93	10-11
Packham's Triumph	Argentina	69-74	10-11
Abate Fetel	Itália	54-57	≥ 11

Fonte: Anp, (1997), Benitez et al. (2005) e Predieri & Gati, (2009).

2.4 Indução e uniformização do amadurecimento por meio de condicionamento ao frio

Durante a exposição a condições de baixa temperatura, a pera desenvolve a capacidade de sintetizar etileno em níveis capazes de uniformizar o amadurecimento, variando de acordo com a cultivar e estágio de maturação no momento da colheita (SUGAR; BASILE, 2009; SUGAR; EINHORN, 2011; VILLALOBOS-ACUNÃ, 2011a), com o tempo de exposição ao frio e com valores de temperatura utilizados durante o período de condicionamento ao frio (PREDIERI; GATTI, 2009). O armazenamento refrigerado torna-se alternativa viável na maioria dos casos, já que os frutos normalmente são armazenados em baixas temperaturas para serem comercializados posteriormente.

Frutos das cultivares Comice e Bosc, colhidos no Estado de Oregon-EUA, com firmeza de polpa de 57,8 e 71,2N, respectivamente, se tornaram aptos para o consumo após condicionamento por frio a -1 °C, por um período de 30 dias para Comice e de 15 dias para Bosc (SUGAR; BASILE, 2009). Esses dados demonstram que frutos de distintas cultivares apresentam comportamento diferente quando ao tempo necessário de condicionamento de frio para amadurecerem, apesar da cultivar Bosc ter firmeza maior que a Comice no momento da colheita. Os mesmos autores verificaram que peras 'Bosc' colhidas 28 dias após a constatação da firmeza de polpa ideal para colheita amadureceram sem a necessidade de condicionamento por frio, o que demonstra que o estágio de colheita interfere no período necessário de

condicionamento de frio para o amadurecimento de frutos de pera, apesar de apresentar, possivelmente, perda de qualidade.

Sugar & Einhorn (2011), demonstraram que peras 'd'Anjou' colhidas no sul do Estado de Oregon-EUA, ao longo de cinco semanas a partir do momento em que a firmeza da polpa atingiu 66,7N, e armazenadas nas temperaturas - 0,5, 5 e 10 °C, atingiram firmeza ideal para consumo (17,8N) após 18 dias quando armazenadas a 10 °C, enquanto que as peras armazenadas a 5 e a - 0,5 °C tornaram-se aptas para o consumo aos 30 e 60 dias, respectivamente. Esse resultado mostra que diferentes temperaturas interferem no tempo necessário para a indução do amadurecimento dos frutos de pera, o que pode ser utilizado para escalonar a oferta do produto no mercado.

Padrões anormais de amadurecimento, no que se refere à perda da capacidade de amadurecimento, podem ser observados em frutos armazenados por longos períodos, tornando o fruto firme, seco e incapaz de atingir textura amanteigada e succulenta. Este é um problema comum em peras Europeias, onde a possível causa se atribui ao consumo das reservas por meio da respiração (MURAYAMA et al., 2002). Para algumas cultivares como a 'Abate Fetel' em estudo realizado por Predieri & Gatti (2009) os frutos não apresentaram perda da capacidade de amadurecimento, apesar de terem sua aceitação reduzida por parte dos consumidores após permanecerem por 161 dias em baixa temperatura.

2.5 Atmosfera modificada

As embalagens para alimentos passaram por mudanças significativas ao longo dos anos e ganharam um papel importante além de, simplesmente, protegê-los. Essas mudanças incluem barreira contra perda de água dos frutos e controle de entrada e saída de O₂ e de CO₂. Adicionalmente, algumas embalagens apresentam a capacidade de remover o etileno ao redor do produto, o que faz com que se possa retardar o amadurecimento e aumentar o período de armazenamento (RISCH, 2009).

Em estudos com pêssegos e nectarinas, Deily & Rizvi (1983) e Zoffoli et al. (1998), respectivamente, observaram que o uso de embalagens de polietileno de baixa densidade com espessura de 50 µm, diminuiu a taxa de respiração, manteve a firmeza de polpa, os teores de acidez, de sólidos solúveis e de

vitamina C e a suculência, em comparação com frutos armazenados sob refrigeração sem embalagem. Resultados semelhantes foram encontrados por Santana et al. (2010) com pêssegos 'Douradão', onde, por meio do uso de embalagens de polietileno de baixa densidade, a qualidade dos frutos foi mantida por até 28 dias em armazenamento refrigerado, superior à amostra, que se manteve comercializável por apenas uma semana.

Pfaffenbach et al. (2003), fazendo uso de atmosfera modificada para conservação de mangas 'Espada', verificaram que a utilização de polietileno de baixa densidade, com espessura de 25 µm de parede simples e com sachê de permanganato de potássio (absorvedor de etileno) foi eficiente no controle do aparecimento de manchas deteriorativas. Nessas condições, a qualidade das mangas foram mantidas por 14 dias em ambiente refrigerado seguidos de 4 dias em temperatura ambiente ou por 28 dias para consumo imediato.

Em estudos com peras 'Lagoon', Nath et al. (2011) testaram diferentes espessuras de embalagens, com e sem perfurações, apenas em condições ambiente com temperatura de 20 °C. Os autores verificaram que a atmosfera modificada foi capaz de estender o tempo de armazenamento em até quinze dias. Os mesmos autores verificaram que as embalagens reduziram a perda de massa e mantiveram a firmeza e cor dos frutos do experimento com temperatura de 20 °C. Os melhores resultados foram obtidos pelas embalagens com espessura de 25 µm e não perfuradas.

2.6 Distúrbios fisiológicos

De acordo com Franck et al. (2007), o termo distúrbio fisiológico é utilizado de maneira geral, pois existem diferentes formas, sintomas de escurecimento interno e externo da polpa e que normalmente são descritos de forma distinta entre autores. Fu et al. (2007) classificaram como '*brown heart*' e '*core breakdown*' os distúrbios fisiológicos que ocorrem comumente em peras 'William's'. O '*brown heart*' é o escurecimento que se inicia na cavidade central e se estende para a polpa, ao contrário do '*core breakdown*' que surge na polpa e se dirige para a cavidade central. Após o dano se generalizar na polpa, a distinção entre quais distúrbios ocorreu se torna impossível, o que faz com que se utilize o termo distúrbio fisiológico de modo amplo de acordo como Franck et al. (2007) sugerem. A ocorrência varia com a cultivar, estágio de

colheita e período de armazenamento. O escurecimento surge em geral, na cavidade central onde são alojadas as sementes, indo para o exterior até atingir toda a polpa, que adquire a cor marrom. Mesmo após a polpa estar completamente comprometida pelo escurecimento interno, o fruto mantém sua estrutura externa intacta, dificultando a detecção. Embora os tecidos externos dos frutos se mantenham inalterados, o sabor e o aroma são fortemente afetados (FRANCK et al., 2010).

Veltman et al. (1999, 2000) sugeriram que a ocorrência dos distúrbios internos deve-se à desestruturação das membranas, ocasionada por meio da combinação da ação dos radicais livres e falta de energia de manutenção que seria atribuída aos antioxidantes.

Algumas cultivares de pereira apresentam maior suscetibilidade à ocorrência dos distúrbios fisiológicos, ao qual se inclui a pera 'William's' (YAZDANI et al., 2011). Estudos sobre os fatores pós-colheita que influenciam o desenvolvimento dos distúrbios fisiológicos foram realizados por Trincherro et al. (2004); Fu et al. (2007); Yazdani et al. (2011); Mattheis & Rudell, (2011). Para Franck et al. (2007) os principais fatores que causam distúrbio fisiológico na pós-colheita destacam-se a duração e a temperatura de armazenamento refrigerado e o estágio de maturação no momento da colheita.

Em geral, frutos colhidos tardiamente são mais susceptíveis aos distúrbios fisiológicos (FRANCK et al., 2007). Crisosto et al. (1994) realizaram duas colheitas com intervalo de sete dias, onde os frutos da primeira colheita, ou seja, colhidos precocemente não apresentaram distúrbio fisiológico após serem armazenados por 28 dias a 0 °C e transferidos para local com temperatura de 20 °C por sete dias. Em contrapartida, 100% dos frutos da segunda colheita apresentaram distúrbio fisiológico quando armazenados nas mesmas condições. Para as condições brasileiras, os trabalhos existentes neste sentido são escassos, havendo assim, a necessidade de pesquisas que apresentem alternativas para reduzir a incidência de distúrbio fisiológico em peras.

2.7 Alternativas para controle dos distúrbios fisiológicos

Além do estágio de maturação e do tempo de armazenamento dos frutos em baixas temperaturas, outras estratégias para controle dos distúrbios fisiológicos

vêm sendo estudadas, as quais têm como base a utilização de tratamentos com 1- metilciclopropeno (1-MCP) e reguladores vegetais.

2.7.1 1-MCP

Com o objetivo de manter a qualidade dos frutos e retardar seu amadurecimento, pode-se fazer uso de inibidores da ação do etileno, como os ciclopropenos, particularmente o 1-metilciclopropeno e o 3,3 dimethylcyclopropene (SISLER et al., 1996). Dentre esses compostos, o 1-metilciclopropeno (1-MCP, nome comercial *SmartFresh*™), é o mais estável, sendo um tratamento eficaz para aumentar a vida útil de frutos devido a sua facilidade de aplicação e resultados satisfatórios, por isso, usado comercialmente.

Dependendo da espécie vegetal, o 1-MCP pode ter vários efeitos sobre a respiração, produção de etileno e voláteis, degradação da clorofila, mudanças de cor, redução do amaciamento da polpa, ocorrência de distúrbios e doenças (BLANKENSHIP, 2003). O efeito benéfico do 1-MCP na melhoria da qualidade dos frutos e redução dos distúrbios fisiológicos pode ser devido à manutenção da capacidade antioxidante, bem como a inibição da ação do etileno e redução da taxa de respiração em peras durante armazenamento refrigerado. Os efeitos benéficos foram obtidos após a exposição de peras 'Yali' por 24 horas na concentração de 200 ppb de 1-MCP (FU et al., 2010).

Além de prolongar o período necessário para o início do amadurecimento, outro benefício importante é a inibição da lesão gerada por dano mecânico, podendo ser por meio do impacto, compressão e atrito, que podem ser causados em todas as etapas, desde a colheita até a comercialização (FRANCK et al., 2007). Especificamente para peras, além de retardar o amadurecimento, o 1-MCP inibe o '*brown heart*' e '*core breakdown*' que são distúrbios comuns em peras Europeias, principalmente em peras 'William's' (FU et al., 2007; VILLALOBOS-ACUNA et al., 2011b).

A aplicação de 1-MCP também apresenta alguns fatores negativos. Dentre uns dos fatores se deve à alta sensibilidade das peras ao tratamento, necessitando em certos casos, de um período pós-tratamento muito longo, chegando até duas semanas para amadurecerem adequadamente, o que irá depender da concentração e do tempo de exposição (GAMRASNI et al., 2010). Usualmente a concentração utilizada de 1-MCP é de 300 ppb, mas pode variar

de acordo com a cultivar (VILLALOBOS-ACUNA et al., 2011). Deve se considerar também, que o 1-MCP apresenta elevado preço e faz aumentar o custo de produção.

2.7.2 Etanol

Devido à facilidade de uso e ao baixo custo, a aplicação de etanol para promover ou inibir o amadurecimento de frutos climatéricos, e conseqüentemente a redução de distúrbios fisiológicos, depende de inúmeros fatores que incluem espécies, cultivares, concentração, modo de aplicação e duração do período de exposição (RITENOUR et al., 1997). Na literatura são poucos os trabalhos existentes em relação à utilização de vapor de etanol em peras.

Em peras, Ritenour et al. (1997) utilizaram 6mL/kg de fruto, onde os mesmos foram armazenados em caixas fechadas e expostos ao vapor de etanol por 6 horas, com o objetivo de reduzir o amadurecimento e manter a firmeza dos frutos. Os autores relataram que a exposição por seis horas não foi suficiente para ocasionar diferenças na firmeza de polpa e também não alterou o processo de amadurecimento, não diferindo dos frutos controle. Os mesmos autores observaram que a concentração e o tempo de exposição utilizados não afetaram a aparência global dos frutos e não comprometeram o pedúnculo, que é muito sensível a desidratação. Em contrapartida, Bai et al. (2004) fazendo o uso de vapor de etanol em maçãs na concentração de 5mL/kg de fruto e expostos por 24 horas a temperatura de 20 °C obtiveram redução de 20% da produção de etileno em relação aos frutos controle, após permanecerem por 14 dias a temperatura de 5 °C, sem no entanto, causar danos ao aspecto global dos frutos, principalmente nos pedúnculos, o que pode ser atribuída a diferença do tempo de concentração e da espécie.

O possível mecanismo de ação do etanol em frutos, proposto por Bai et al. (2004) refere-se a concentração endógena de acetaldeído que é um fator biologicamente ativo que afeta a produção de etileno, tal que, se elevada concentrações e/ou doses de etanol, não haverá conversão do excesso de etanol em acetaldeído. Por outro lado, se baixas concentrações de etanol são aplicadas, pode-se induzir a síntese de ácido 1-carboxílico-1-aminociclopropano (ACC) ou aumentar a atividade da ACC sintase, causando o

amadurecimento e em consequencia a maior suscetibilidade ao distúrbio fisiológico.

2.7.3 Metil jasmonato

O ácido jasmônico, seu metil éster (MeAJ) e seus derivados (jasmonatos) são distribuídos no reino vegetal e sintetizados a partir do ácido linolênico e linoleico, através da via dos octadecanóicos. Estes ácidos graxos de 18 átomos de carbono, derivados de lipídios de membrana, são considerados reguladores vegetais que desempenham papel crucial no crescimento, desenvolvimento e resposta a diferentes condições de estresse ambiental da planta (BALDWIN, 1998).

O ácido jasmônico e seu metil ester têm sido usados em diferentes vegetais e atuam como moléculas reguladoras em diferentes processos como o desenvolvimento de plantas, respostas a estímulos externos e expressão gênica (CREELMAN et al., 1992). Também tem sido sugerido que os jasmonatos participam da via transdutora de sinais associados às respostas à injúria mecânica, aos processos de senescência e à abscisão de folhas (CID, 2005).

Em pesquisas em pós-colheita, o metil jasmonato promove a biossíntese de metabólitos secundários (CREELMAN; MULLET, 1997). Cao et al. (2009) demonstraram que a aplicação de metil jasmonato em nêspera, fruto não climatérico, na concentração de 10^{-5} mol/L por 24 horas a temperatura de 20 °C e avaliados após permanecerem por 35 dias em temperatura de 1 °C e umidade relativa (UR) de 95%, reduziu consideravelmente a taxa respiratória. Como consequência, houve menor gasto de açúcar e ácidos orgânicos, aumento dos níveis de antioxidantes devido ao aumento dos teores de compostos fenólicos e flavonóides e influenciou na aparência global dos frutos por meio da inibição da polifenoloxidação (PPO).

Zhang et al. (2009), em estudos com metil jasmonatos em peras, verificaram que o seu uso foi promissor no controle de mofo cinzento e na redução da senescência. Os mesmos autores sugeriram que novas pesquisas sejam realizadas a fim de investigar a eficiência na indução da resistência, retardamento da senescência e na melhoria da qualidade dos frutos de pereira por meio da indução de compostos voláteis.

2.8 Referências bibliográficas

- AGAR, I.T.; BIASI, W.V.; MITCHAM, E.J. Exogenous ethylene accelerates ripening responses in William's pears regardless of maturity or growing region. **Postharvest Biology and Technology**. v.17, p.67-71, 1999.
- ANTONIOLLI, L.R. Peras: Perspectivas de produção e conservação pós-colheita. **Jornal da fruta**. p.4-5, Dez. 2011.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PRODUTORES DE PERA ROCHA. **Caderno de especificações pera Rocha do Oeste**: Denominação de Origem. Cadaval, Portugal, 1997. 28 p. Disponível em: <<http://www.perarocha.pt/SEARCH/search.aspx?query=caderno%20de%20especificações>> Acesso em 27 Fev. 2012.
- BAI, J.; BALDWIN, A. B.; FORTUNY, R. C. S.; MATTHEIS, J.; STANLEY, R.; PERERA, C; BRECHET, J. K. Effect of Pretreatment of Intact 'Gala' Apple with Ethanol Vapor, Heat, or 1-Methylcyclopropene on Quality and Shelf Life of Fresh-cut Slices. **Journal of the American Society Horticulture for Science**. v.129, n.4, p.583–593. 2004.
- BALDWIN, I. Jasmonate-induced responses are costly but benefit plants in native populations. **Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America**, Washington, v.95, p.8113-8118, 1998.
- BENITEZ, C.E. Maduración y cosecha de los frutos. IN: BENÍTEZ, C. E. et.al. **Peras y Manzanas**: Factores que afectan la calidad de los frutos. Buenos Aires: Ediciones INTA, 2005. p.95-108.
- BLANKENSHIP, S.M.; DOLE, J.M. 1-Methylcyclopropene: a review. **Postharvest Biology and Technology**. v.28, p.1-25, 2003.
- CAMPO-DALL'ORTO, F.A.; OJIMA, M.; BARBOSA, W.; RIGITANO, O.; MARTINS, F.P.; CASTRO, J.L.; SANTOS, R.R.; SABINO, J.K. **Variedades de peras para o Estado de São Paulo**. Campinas, Instituto Agrônomo, 34p, 1996.
- CAO, S.; ZHENG, Y.; YANG, Z.; WANG, K.; RUI, H. Effect of methyl jasmonate on quality and antioxidant activity of postharvest loquat fruit. **Journal Science Food Agriculture**. v.89, p.2064–2070, 2009.
- CANTILLANO, R.F.F. **Fisiologia e manejo de pós-colheita em pêras Européias e asiáticas**. 1987, p.1-13 (Comunicado Técnico, 55).

CID, L.P.B. **Hormônios vegetais em plantas superiores** – Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 188p, 2005.

CREELMAN, R.A.; TIERNEY, M.L.; MULLET, J.E. Jasmonic acid/methyl jasmonate accumulated in wounded soybean hypocotyls and modulate wound gene expression. **Proceedings of the National Academy of Science of the United States of American**, Washington, v.89, p.4938-4941, 1992.

CREELMAN, R.A.; MULLET, J.E. Biosynthesis and action of jasmonate in plants. **Annual Revisit Plant Physiology Plant Molecule Biology**. v.48, p.355–381,1997.

CRISOSTO, C.H.; GARNER, D.; CRISOSTO, G.M.; SIBBETT, G.S.; DAY, K.R. Early harvest prevents internal browning in asian pears. **California Agriculture**. v.48, p.17-19, 1994.

DEILY, K.R.; RIZVI, S.S.H. Optimization of parameters for packaging of fresh peaches in polymeric films. **Horticultural Abstract**, Wageningen, v.53, n.6, p.4886-4887, 1983.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAOSTAT Agriculture Data**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567>>. Acesso em: 25 de maio de 2012.

FIORAVANÇO, J. C. **A Cultura da pereira no Brasil: Situação Econômica e entraves para o seu crescimento**. IN: INFORMAÇÕES ECONÔMICAS. São Paulo: Instituto de Economia Agrícola, v.37, n.3, 2007.

FRANCK, C.; LAMMERTYN, J.; HO, Q.T.; VERBOVEN, P.; VERLINDEN, B.; NICOLAI, B.M. Browning disorders in pear fruit. **Postharvest Biology and Technology**. v.43, p.1-13, 2007.

FU, L.; CAO, Q.; LIN, L.; YING, W. Effect of 1-Methylcyclopropene on Fruit Quality and Physiological Disorders in Yali Pear (*Pyrus bretschneideri* Rehd.) During Storage. **Food Science and Technology International**. v.13, n.1, p.49–54, 2007.

GAMRASNI, D.; BEN-ARIE, R.; GODWAY, M. 1-Methylcyclopropene (1-MCP) application to Spadona pears at different stages of ripening to maximize fruit quality after storage. **Postharvest Biology and Technology**. v.58, p.104–112, 2010.

GARRIZ, P.J.; ALVAREZ, H.L.; COLAVITA, G.M. Growth pattern of 'Abate Fetel' pear fruit. **Acta Horticulture**.v.674, p.321–327, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. **Produção de frutas-2010**. Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br/estatisticas/ProducaoBrasileiradeFrutas2010.pdf>>. Acesso em 25 de Maio. 2012.

GONÇALVES, C.X. **Variabilidade e compatibilidade de pólen de diferentes genótipos de pereira no Rio Grande do Sul**. Pelotas: UFPEL, 2008. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

HIAWASA, K.; NAKANO, N.; HASHIMOTO, A.; MATSUZAKI.; MURAYAMA, H.; INABA, A.; KUBO, Y. European, Chinese and Japanese pear fruits exhibit differential softening characteristics during ripening. **Journal of Experimental Botany**, v.55, n.406, 2004.

MATTHEIS, M.; RUDELL, D. Responses of 'd'Anjou' pear (*Pyrus communis* L.) fruit to storage at low oxygen set points determined by monitoring fruit chlorophyll fluorescence. **Postharvest Biology and Technology**. v.60, p.125-129, 2011.

MURAYAMA, H. Relationship between fruit softening and cell wall polysaccharides in pears after different storage periods. **Postharvest Biology and Technology**. v.26, p.15–21, 2003.

NATH, A.; BIDYUT, C.; DEKA, A.S.; PATEL, R.K.; PAUL, D.; MISRA, L.K.; OJHA, H. Extension of shelf life of pear fruits using different packaging materials. **Jornal Food Science Technology**. DOI 10.1007/s13197-011-0305-4

PFÄFFENBACH, L.B.; CASTRO, J.V.; CARVALHO, C.R.; ROSSETTO, C.J. Efeito da atmosfera modificada e da refrigeração na conservação pós-colheita de manga espada vermelha. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.25, n.3, p.410-413, 2003.

PREDIERI, S.; GATTI, E. Consumer evaluation of "Abate Fetel" pears. **Acta Horticulture**. v.8, p.999-1004. 2008.

PREDIERI, S.; GATTI, E. Effects of cold storage and shelf-life on sensory quality and consumer acceptance of 'Abate Fetel' pears. **Postharvest Biology and Technology** v.51, p.342–348, 2009.

QUEZADA, A.C.; NAKAZU, B. H.; HERTER, F. G. **Pera: produção**. Embrapa clima temperado, (Pelotas, RS). Embrapa Informação Tecnológica, 105p, 2003.

RISCH S.J. Food Packaging History and Innovations. **Journal Agriculture Food Chemistry**. v.57, p.8089–8092, 2009.

RITENOUR, M.A.; MANGRICH, M.E.; BEAULIEU, J.C.; RAB, A.; SALTVEIT, M.E. Ethanol effects on the ripening of climacteric fruit. **Postharvest Biology Technology**. v.12, p.35–42, 1997.

RUFATO, L.; RUFATO, A.D.; MARCON FILHO, J.L. **Considerações sobre o mercado brasileiro de Pera**. Aguapomi. Vacaria, n.193, p.8-9, 2010.

SALTA, J.; MARTINS, A.; SANTOS, R.G.; NENG, N.R., NOGUEIRA, J.M.F.; JUSTINO, J.; RAUTER, A. Phenolic composition and antioxidante activity of Rocha pear and other pear cultivars – A comparative study. **Journal of functional foods**. v.32, n.2, p.153-157, 2010.

SANTANA, L.R.R.; BENEDETTI, B.C.; SIGRIST, J.M.M.; SARANTOPÓULOS C.I.G.L. Modified atmosphere packaging extending the storage life of ‘douradão’ peach. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.32, n.4, p.1009-1017, 2010.

SISLER, E.C.; M.; SEREK, E.; DUPILLE. Comparison of cyclopropene, 1-methylcyclopropene and 3,3-dimethylcyclopropene as ethylene antagonists in plants. **Plan Growth Regulate**. v.18, p.169-174, 1996.

SUGAR, D.; BASILE, S.R. Low-temperature induction of ripening capacity in ‘Comice’ and ‘Bosc’ pears as influenced by fruit maturity. **Postharvest Biology and Technology**, v.51, p.278-280, 2009.

SUGAR, D.; EINHORN, T.C. Conditioning temperature and harvest maturity influence induction of ripening capacity in ‘d’Anjou’ pear fruit. **Postharvest Biology and Bechnology**. v.60, p.121-124, 2011.

TRINCHERO, G.D.; SOZZI, G.O.; COVATTA, F.; FRASCHINA, A.A. Inhibition of ethylene actionby 1-methylcyclopropene extends postharvest life of ‘William’s’ pears. **Postharvest Biologyand Technology**. v.32, p.193-204, 2004.

VELTMAN, R.H.; SANDERS, M.G.; PERSIJN, S.T.; PEPPELENBOS, H.W.; OOSTERHAVEN, J. Decreased ascorbic acid levels and brown core development in pears (*Pyrus communis* cv ‘Conference’). **Physiology Plant**. v.107, p.39–45, 1999.

VELTMAN, R.H.; KHO, R.M.; SCHAIK, A.C.R.; SANDES, M.G, OOSTERHAVEN, O. Ascorbic acid and tissue browning in pears (*Pyrus communis* L. cvs Rocha and Conference) under controlled atmosphere conditions **Postharvest Biology and Technology**. v.19, p.129–137, 2000.

VILLALOBOS-ACUNÃ, M.G.; BIASI, W.V.; FLORES, S. JIANG, C.; REID, M.S.; WILLITS, N.H. e MITCHAM, J.M. Effect of maturity and cold storage on ethylene biosynthesis and ripening in 'William's' pears treated after harvest with 1-MCP. **Postharvest Biology and Technology**. v.59, p.1-9, 2011.

VILLALOBOS-ACUNÃ, M.G.; BIASI, W.V.; MITCHAM, J.M, e HOLCROFT, D. Fruit temperature and ethylene modulate 1-MCP response in 'William's' pears. **Postharvest Biology and Technology**. v.60 p.17–23, 2011.

ZHANG, H,; MA, L.; TURNER, M.; XU, H.; DONG, Y.; JIANG, S. Methyl jasmonate enhances biocontrol efficacy of *Rhodotorula glutinis* to postharvest blue mold decay of pears. **Food Chemistry**. v.117, p.621–626, 2009.

ZOFFOLI, J.P.; ALDUNCE, J.R.P.; CRISOSTO, C.H. Modified atmosphere in fruits of Elegant Lady and Ohenry peaches. **Postharvest News and Information**. v.9, n.3, p.1000-1005, 1998.

YAZDANI, N.; ARZANI, K.; MOSTOFI, Y.; SHEKARCHI.M. α -Farnesene and antioxidative enzyme systems in Asian pear (*Pyrus serotina* Rehd.) fruit. **Postharvest Biology and Technology**. v.59, p.227-231, 2011.

3 CAPÍTULO 1 - CONDICIONAMENTO POR FRIO PARA INDUÇÃO E UNIFORMIZAÇÃO DO AMADURECIMENTO DE PERAS 'ABATE FETEL', 'ROCHA' E 'PACKHAM'S TRIUMPH'

Resumo - O objetivo deste trabalho foi de definir o tempo necessário de condicionamento por frio para causar a uniformização do amadurecimento em 'Abate Fetel', 'Rocha' e Packham's Triumph'. Ainda, objetivou-se a determinação do período máximo de armazenamento sem que houvesse prejuízos à qualidade de frutos. Foram realizadas três colheitas em intervalos semanais e cada colheita constituiu um experimento fatorial (7x3), sendo sete períodos de manutenção sob baixa temperatura (0, 20, 40, 60, 80, 100 e 120 dias) e três períodos de manutenção em ambiente simulado a 20 ± 1 °C (zero, três e seis dias). Os atributos de qualidade avaliados foram firmeza de polpa, cor da epiderme, índice de degradação do amido, perda de massa fresca, teores de sólidos solúveis, pH e aceitabilidade. O condicionamento por frio foi eficiente na indução e uniformização do amadurecimento de peras 'Abate Fetel' e 'Rocha', após 20 dias de manutenção em baixa temperatura seguidos de seis dias em ambiente simulado, para os frutos provenientes das três datas de colheita. Para as peras 'Packham's Triumph', a uniformização do amadurecimento ocorreu após 40 dias de manutenção em baixa temperatura seguidos de três dias em ambiente simulado, para os frutos provenientes da primeira data de colheita (DC1) e 20 dias em baixa temperatura seguidos de seis dias de ambiente simulado para os frutos da segunda e terceira data de colheita (DC2 e DC3). Frutos da cultivar Abate Fetel com data de colheita DC1 podem ser armazenados por até 120 dias e comercializados em até seis dias sem que haja comprometimento da qualidade. Já frutos colhidos nas datas de colheita DC2 e DC3 podem ser armazenados por 80 dias e comercializados em até seis dias ou armazenados por 100 dias e comercializados no período de três dias. Tanto os frutos da cultivar Rocha como de Packham's Triumph devem ser comercializados, preferencialmente, em até 100 dias de armazenamento refrigerado e seis dias de ambiente simulado, principalmente para frutos colhidos tardiamente. Nas condições brasileiras, observa-se que as cultivares necessitam de diferentes períodos de condicionamento por frio para a indução do amadurecimento.

Palavras-chave: *Pyrus communis* L., armazenamento refrigerado, aceitabilidade.

COLD CONDITIONING FOR INDUCING AND RIPENING UNIFORMITY OF 'ABATE FETEL', 'ROCHA' AND 'PACKHAM'S TRIUMPH' PEARS

Abstract - The objective of this study was to define the time required for cold conditioning for a uniform ripening in 'Abate Fetel', 'Rocha' and 'Packham's Triumph' pears. In addition, it was aimed to determine the maximum storage period with no damage to fruit quality. Three harvests were carried out at weekly intervals and each harvest was a factorial experiment (7x3), with seven maintenance periods at low temperature (0, 20, 40, 60, 80, 100 and 120 days) and three maintenance periods in simulated environment at 20 ± 1 °C (zero, three and six days). The quality attributes evaluated were pulp firmness, skin color, rate of starch degradation, loss of fresh mass, soluble solids, pH and acceptability. Conditioning by cold and was efficient in inducing uniform ripening in 'Abate Fetel' and 'Rocha' pears after 20 days of maintenance at low temperature followed by six days in a simulated environment, for fruit from the three harvest dates. For 'Packham's Triumph' pears, ripening uniformity occurred after 40 days of maintenance at low temperature followed by three days in a simulated environment, for fruit from the first harvest date (DC1) and 20 days at low temperature followed by six days of simulated environment for fruit from the second and third harvest date (DC2 and DC3). Abate Fetel pears with harvest date DC1 can be stored for up to 120 days and traded in six days time without compromising quality. However, fruits of harvest dates DC2 and DC3 can be stored for 80 days and sold within six days or stored for 100 days and commercialized within three days. Rocha and Packham's Triumph pears should be marketed, preferably within 100 days of cold storage and six days of simulated environment, especially for fruits harvested late. In Brazilian conditions, it was found that the cultivars require different cold conditioning periods to induce ripening.

Keywords: Acceptability, cold storage, *Pyrus communis* L.

3.1 Introdução

A pera há muitos anos, lidera as importações de frutas frescas no Brasil. No ano de 2009, o volume importado foi de 140 mil toneladas, o que equivale a 88% do consumo nacional (FAO, 2012). Desta forma, a pera apresenta enorme potencial para exploração, pois tem um mercado consumidor consolidado, tornando-se assim ótima opção para os produtores brasileiros. No entanto, existem gargalos que impedem a elevação da produção, como abortamento floral e necessidade de definição de manejo adequado.

O manejo pós-colheita é deficiente e necessita de estudos para se determinar as condições ideais de armazenamento refrigerado e a criação de alternativas para conter os distúrbios fisiológicos. Apesar disso, alguns cultivares apresentam-se como promissores para a região sul do Brasil, sendo eles 'Abate Fetel', 'Rocha', 'Packham's Triumph' (ANTONIOLOI, 2011).

A cultivar Abate Fetel é bastante difundida na Europa, sendo que a Itália detém a maior parte da área cultivada no mundo (PREDIERI; GATTI, 2009). No Brasil, tem recebido destaque entre as cultivares introduzidas recentemente (HAWERROTH et al., 2010), entretanto, devido às condições de clima de certas regiões produtoras, os frutos apresentam excesso de *russetting*, que confere cor marrom à epiderme e, apesar de comprometer a aparência, não compromete a qualidade organoléptica do fruto (AYUB; GIOPPO, 2009).

A pera 'Rocha' é bastante difundida na Europa. Em Portugal, a cultivar representa a maior parte da área de pereiras, sendo que a produção excedente é exportada principalmente para o Canadá e para o Brasil (SILVA et al., 2005). A cultivar foi implantada recentemente no Brasil e seus frutos tem grande aceitação no mercado nacional, sendo popularmente conhecidos como pera portuguesa (AYUB; GIOPPO, 2009). Os frutos apresentam *russetting* na região do pedúnculo e coloração da casca amarelada, quando maduros (BENITEZ et al., 2005).

A cultivar Packham's Triumph é considerada uma das cultivares com maior potencial de produção nas condições climáticas da região sul do Brasil e tem se expandido, principalmente, na região dos Campos de Cima da Serra, no Estado do Rio Grande do Sul (SEIBERT et al., 2000).

As cultivares citadas anteriormente necessitam de mais estudos, pois são peras Europeias (*Pyrus communis* L.) consideradas climatéricas, entretanto,

necessitam de tratamentos pós-colheita para indução e uniformização do amadurecimento (AGAR et al., 1999). De modo geral, as peras Europeias devem ser colhidas no estágio de maturação fisiológica, geralmente muito firmes (SUGAR; EINHORN, 2011; VILLALOBOS-ACUNÃ, 2011a; VILLALOBOS-ACUNÃ, 2011b) e submetidas ao condicionamento por frio (-1 a 0 °C e 90% UR) ou à aplicação exógena de etileno sendo, em seguida, mantidas sob condição ambiente (15 a 21 °C e 80 a 85% UR) para que amadureçam e atinjam qualidade ótima para consumo (HANSEN; MELLENTHIN, 1979).

A uniformização e a capacidade de amadurecimento dos frutos variam de acordo com a cultivar (SUGAR; EINHORN, 2011; VILLALOBOS-ACUNÃ, 2011a), o tempo de exposição e a temperatura utilizados durante o condicionamento por frio (PREDIERI; GATTI, 2009) e o tempo e a temperatura utilizados após o condicionamento por frio (VILLALOBOS-ACUNÃ, 2011b). Peras 'd'Anjou' colhidas ao longo de cinco semanas a partir do momento em que a firmeza da polpa atingiu 66,7N, e armazenadas sob temperaturas de -0,5, 5 e 10 °C, atingiram firmeza ideal para consumo (17,8N) após 18 dias quando armazenados a 10 °C, enquanto que as peras armazenadas a 5 e a -0,5 °C tornaram-se aptas para o consumo aos 30 e 60 dias, respectivamente (SUGAR; EINHORN, 2011). Para as cultivares Comice e Bosc, frutos colhidos com firmeza de polpa de 57,8 e 71,2N, respectivamente, se tornaram aptos para o consumo após condicionamento por frio a -1 °C, por um período de 30 dias para Comice e de 15 dias para Bosc (SUGAR; BASILE, 2009).

Os objetivos desse trabalho foram definir o tempo necessário de condicionamento por frio de peras 'Abate Fetel', 'Rocha' e 'Packham's Triumph' de forma a obter a uniformização do amadurecimento e a firmeza de polpa recomendada para consumo, quando transferidas para temperatura ambiente, e determinar o período máximo de armazenamento sem prejuízos à qualidade de frutos.

3.2 Material e métodos

Para cada cultivar estudada, Abate Fetel, Rocha e Packham's Triumph, foram feitas três colheitas, determinadas de acordo com a firmeza dos frutos, sendo realizadas nos dias 18 de janeiro de 2010 (DC1), 25 de janeiro de 2010

(DC2) e 01 de fevereiro de 2010 (DC3), onde cada data de colheita constituiu um experimento.

3.2.1 'Abate Fetel'

Peras 'Abate Fetel' foram colhidas em pomar comercial localizado no município de Vacaria-RS, Brasil. As plantas são enxertadas sobre marmeleiro 'Adams' e o sistema de condução do pomar é em líder central, em espaçamento de 0,8m entre plantas e 3,3m entre linhas, totalizando 3788 plantas/ha.

Para iniciar o processo de colheita realizou-se, por aproximadamente um mês, o monitoramento da firmeza de polpa de 20 frutos colhidos a esmo no pomar. Foram realizadas três colheitas em intervalos semanais, onde os frutos da primeira data de colheita (DC1) apresentaram firmeza de polpa de 57,3N, os da segunda (DC2) apresentaram firmeza de 54,8N e os da terceira colheita (DC3), apresentaram valores de 51,2N.

3.2.2 'Rocha'

Frutos de peras 'Rocha' foram colhidos no município de São Francisco de Paula-RS, em pomar comercial. As plantas são enxertadas sobre marmeleiro 'Adams' e o sistema de condução do pomar é em líder central, em espaçamento de 0,50m entre plantas e 4m entre linhas, totalizando 5000 plantas/ha.

A firmeza de polpa de 20 frutos foi monitorada por aproximadamente um mês, escolhidos aleatoriamente no pomar. Foram realizadas três colheitas em intervalos semanais, sendo que os frutos da primeira data de colheita (DC1) apresentaram firmeza de polpa de 78,91N, os da segunda (DC2) apresentaram firmeza de 56,11N e os da terceira colheita (DC3), apresentaram valores de 59,80N.

3.2.3 'Packham's Triumph'

As peras 'Packham's Triumph' foram colhidas em pomar comercial localizado no município de São Francisco de Paula - RS. As plantas são enxertadas sobre marmeleiro 'Adams' e o sistema de condução do pomar é em líder central, em espaçamento de 0,50m e 4m entre linhas, totalizando 5000 plantas/ha.

O processo de colheita consistiu do monitoramento da firmeza de polpa de 20 frutos, por aproximadamente um mês. Os frutos da primeira data de colheita (DC1) apresentaram firmeza de polpa de 69,19N, os da segunda (DC2) apresentaram firmeza de 69,92N e os da terceira colheita (DC3), apresentaram valores de 63,29N.

3.3 Métodos e avaliações físicas, químicas e sensoriais

Os frutos das três cultivares foram pré-selecionados no campo quanto ao tamanho e à ausência de danos causados por pragas e/ou doenças. Em seguida, foram acondicionados em bandejas separadoras e essas em caixas plásticas vazadas, modelo CN-60 com capacidade de 60L e dimensões de 28 x 32 x 52cm protegidas internamente por plástico polibolha, de forma a evitar possíveis danos mecânicos durante o transporte.

No laboratório, as peras foram submetidas à nova seleção de forma a eliminar os frutos com qualquer tipo de defeito e homogeneizar o lote quanto ao calibre.

Os frutos foram acondicionados em bandejas e essas em caixas plásticas idênticas às utilizadas na colheita e mantidos em câmara refrigerada sob condições de 0 ± 1 °C e $90 \pm 5\%$ de UR por até 120 dias. As peras foram avaliadas após a colheita (0) e aos 20, 40, 60, 80, 100 e 120 dias de manutenção em baixa temperatura. A esses períodos seguiram-se zero, três e seis dias de manutenção a 20 ± 1 °C, de forma a simular o período e as condições normais de comercialização.

Os períodos de manutenção em baixa temperatura e os períodos de manutenção em ambiente simulado constituíram, em cada data de colheita, um ensaio em esquema fatorial 7×3 , com quatro repetições. Cada conjunto contendo 21 amostras individualizadas ocuparam uma área contínua dentro da câmara refrigerada. Nas avaliações realizadas após a retirada dos frutos da câmara refrigerada, a parcela foi constituída por seis frutos e nas avaliações em ambiente simulado, a parcela foi de três frutos.

Os atributos de qualidade avaliados foram firmeza de polpa, cor da epiderme, índice de degradação do amido, perda de massa fresca, teor de sólidos solúveis, pH e aceitabilidade.

A firmeza de polpa foi medida em ambos os lados na região equatorial de cada fruto, retirando-se uma pequena área da epiderme. Foi utilizado penetrômetro analógico (Mc Cornick, modelo FT327) com ponteira de 8mm de diâmetro, sendo os dados apresentados em Newton (N). A cor da epiderme foi obtida de forma individual na região equatorial dos frutos com colorímetro digital (Konica Minolta, modelo CR- 410), no sistema $L^* a^* b^*$. Para o ângulo *Hue* e a cromaticidade (C^*) utilizaram-se as fórmulas $\arctang(b^*/a^*)$ e $(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$, respectivamente (McGUIRE, 1992).

Para a obtenção do índice de degradação do amido, fatias transversais da parte mediana dos frutos foram parcialmente imersas em solução de iodo metálico 1,2% e iodeto de potássio 2,4%, durante dois minutos. Após esse período, as fatias foram mantidas por, aproximadamente, dez minutos em capela de fluxo de ar contínuo e classificadas segundo a escala de 1 a 10, proposta por Avelar et al. (1999), onde 1 representa o fruto com coloração mais escura e possivelmente elevado teor de amido e baixo teor de açúcar e 10, representa coloração clara e teor de amido quase nulo e elevada concentração de açúcares.

Para determinar a perda de massa fresca (PMF) ao longo do tempo utilizou-se a fórmula: $PMF: \{(MFI - MFF) * 100 / MFI\}$ onde: PMF: Perda da massa fresca (%); MFI: Massa fresca inicial (g) e MFF: Massa fresca final (g).

Para a medida do teor de sólidos solúveis e do pH foi utilizado o suco homogeneizado de todos os frutos de cada repetição. Para mensurar o teor de sólidos solúveis utilizou-se refratômetro digital (Atago, PR - 101 Pallet). O pH foi determinado em peagâmetro digital de bancada (Marconi, PA200).

Sensorialmente, as peras foram avaliadas quanto à aceitabilidade por no mínimo 30 provadores não treinados, de ambos os sexos e com idade entre 18 e 65 anos. As peras foram fatiadas no momento do teste, para evitar o escurecimento enzimático e, conseqüentemente, qualquer tipo de interferência na aceitação do produto. As amostras codificadas foram aleatorizadas e servidas aos provadores. A análise foi realizada como proposto por Ferreira et al. (2000), onde provadores utilizaram escala hedônica de 7 pontos, onde 1= desgostei muitíssimo, 2= desgostei muito, 3= desgostei, 4= não gostei, nem desgostei, 5= gostei, 6= gostei muito, 7= gostei muitíssimo. Além da utilização da escala, os provadores contavam com espaço reservado para descrever as

características marcantes dos frutos. A partir da frequência das notas atribuídas pelos provadores às amostras de cada tratamento, foi calculado, por meio de método proposto por Czermainski (1999), um índice de aceitabilidade cuja amplitude é de 0, para nenhuma aceitabilidade a 100, para máxima aceitabilidade. Se todos os provadores atribuísem notas iguais a 5 na escala hedônica, ou seja, “gostei”, o valor do índice de aceitabilidade corresponde a 66,67. Considerou-se esse valor para que o provador, no mínimo, goste da amostra degustada.

Para verificar a aceitação com relação ao aspecto geral dos frutos, os potenciais consumidores foram questionados quanto à disposição em adquirir peras com qualidade idêntica às amostradas, pelo valor de mercado. Caso não optassem pela compra no valor de mercado, eram indagados se comprariam com desconto de 10, 30 ou 50%, ou não comprariam, mesmo com desconto. Este questionário foi realizado após 60 dias de manutenção dos frutos em baixa temperatura, seguidos por seis dias em condição de ambiente simulado, pelo fato de que o tempo de 60 dias de refrigeração seria capaz de induzir ao amadurecimento e não ocasionaria desidratação que comprometesse a aparência dos frutos.

Os dados dos atributos físicos e químicos, tais como firmeza, sólidos solúveis, pH e perda de massa fresca foram submetidos à análise de variância segundo o modelo fatorial no delineamento de blocos completamente casualizados. Conforme os resultados do teste F para o desdobramento da significância de efeitos principais e interação, efetuou-se análise de regressão polinomial para período de manutenção em baixa temperatura e teste de Tukey para comparação dos tempos em ambiente simulado.

As cinco variáveis relativas à cor foram submetidas à análise de componentes principais (ACP), levando-se em conta a correlação simples entre as médias para os tratamentos.

Para todos os procedimentos de análise estatística foi utilizado o software SAS (Statistical Analysis System, 2008) versão 9.2.

3.4 Resultados e discussão

3.4.1 'Abate Fétel'

Observou-se redução progressiva da firmeza de polpa ao longo do período de refrigeração nas três datas de colheita (Figura 1). O coeficiente angular da

reta de regressão ajustada aumentou à medida que os frutos foram colhidos mais tardiamente. O tempo necessário de condicionamento para que os frutos atingissem a firmeza recomendada para consumo (39,2N) foi de 120 dias para DC1, ao passo que os frutos colhidos na data de colheita DC2 necessitaram de 93 dias de condicionamento por frio e os colhidos tardiamente (DC3) permaneceram por 84 dias em baixa temperatura para atingirem firmeza ideal para consumo imediatamente após a saída da refrigeração.

Peras provenientes das três datas de colheitas avaliadas aos três e seis dias sem condicionamento por frio não apresentaram redução significativa na firmeza de polpa e, conseqüentemente, não atingiram a firmeza recomendada para consumo. Isso demonstra a necessidade de condicionamento por frio ou aplicação exógena de etileno para estimular a produção auto catalítica de etileno e desencadear o amadurecimento das peras (SUGAR; EINHORN, 2011; CHEN; MELLENTHIN, 1997; GERASOPOULOS; RICHARDSON, 1997). Frutos colhidos mais tardiamente (DC3) apresentaram firmeza próxima à recomendada para consumo após seis dias de manutenção em temperatura ambiente sem acondicionamento prévio por frio. Segundo Coutinho et al. (2003), frutos colhidos tardiamente podem amadurecer sem que tenham sido submetidos ao tratamento de indução do amadurecimento, entretanto, a qualidade organoléptica dos frutos pode ser prejudicada.

Após 20 dias de armazenamento refrigerado seguido por seis dias de manutenção em ambiente simulado, frutos das três datas de colheita apresentaram valores de firmeza de polpa inferiores ao recomendado para consumo, sendo de 19,85, 15,75 e 12,15N para DC1, DC2 e DC3, respectivamente. Quando os frutos foram mantidos por período igual ou superior a 40 dias de refrigeração, em qualquer das condições de colheita, bastam apenas três dias em ambiente simulado para que reduzam a firmeza de polpa abaixo de 39,2N (Figura 1).

Predieri & Gatti (2009) não observaram perda da capacidade de amadurecimento após 161 dias de armazenamento refrigerado em peras 'Abate Fetel', apesar de terem sua qualidade comprometida. No presente trabalho, frutos colhidos tardiamente (DC3) não apresentaram redução de firmeza após 100 dias de armazenamento refrigerado seguidos de seis dias de manutenção em temperatura apropriada para diminuir a firmeza (Figura 1C).

Os resultados estão de acordo com Murayama et al. (2002) que observaram perda da capacidade de amadurecimento das peras 'Marguerite Marillat' e 'La France' após quatro e cinco meses de armazenamento refrigerado e sete dias de manutenção em ambiente simulado, respectivamente.

Frutos provenientes de DC2 e DC3 apresentaram incidência de podridões superior a 50 % após 100 e 120 dias de refrigeração seguidos de seis dias em ambiente simulado, o que determinou o descarte dos frutos.

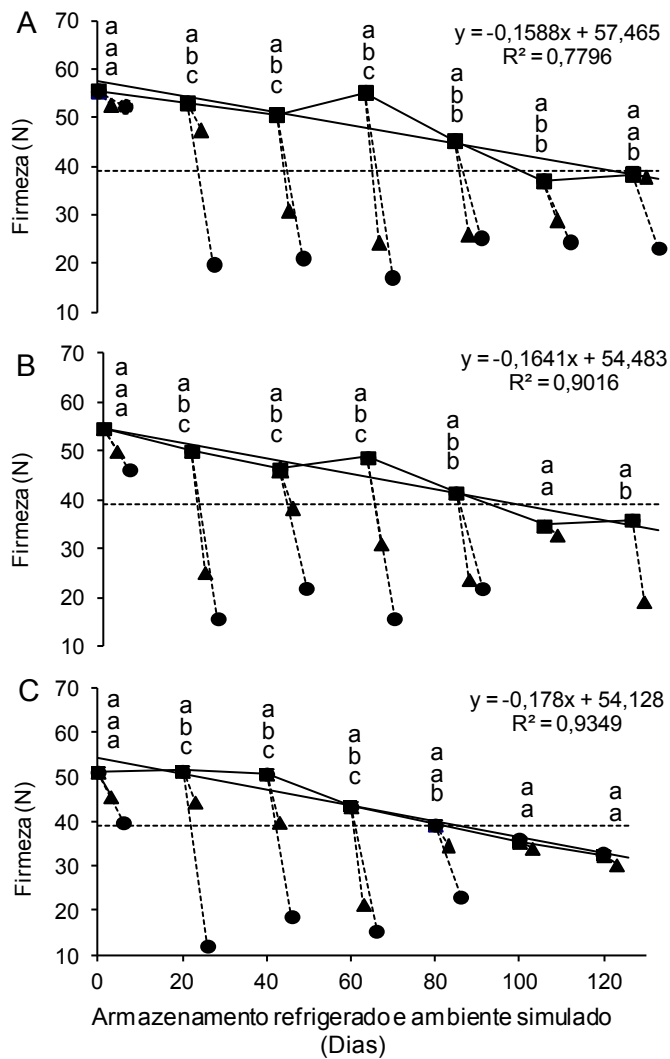


Figura 1 - Firmeza de polpa de peras ‘Abate Fetel’ colhidas em três datas [DC1=18/01/2010 (A), DC2=25/01/2010 (B) e DC3=01/02/2010 (C)] e mantidas por até 120 dias a $0 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR seguidos de três (\blacktriangle) e seis dias (\bullet) em ambiente simulado ($20 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$). A linha cheia inclinada corresponde à regressão linear simples ajustada à firmeza na saída da câmara (\blacksquare). A linha tracejada horizontal indica a firmeza recomendada para consumo (39,2N). Letras iguais, na vertical, indicam que as médias da característica no ambiente simulado, para cada tempo de armazenamento em ambiente refrigerado, não diferem entre si ($p > 0,05$).

Na análise multivariada da cor da epiderme, a variável luminosidade (L^*) não apresentou correlação com as demais variáveis que justificasse sua inclusão nos componentes principais. Para as quatro demais variáveis a^* , b^* , ângulo

Hue e *C** foram considerados os dois primeiros componentes principais CP1 e CP2, que explicaram 99% da variação total da cor nas três datas de colheita.

A Figura 2 mostra a distribuição dos escores de cada data de colheita DC1 (A), DC2 (B) DC3 (C) ao longo do armazenamento refrigerado e ambiente simulado em relação aos atributos de cor. As avaliações de cada período estão representadas pelos números (0, 20, 40, 60, 80, 100 e 120 dias) correspondentes aos diferentes períodos de refrigeração, seguidos de (0, 3 e 6 dias) referentes ao ambiente simulado. O posicionamento dos tratamentos permite compara-los em relação a mudanças da cor, onde tratamentos mais próximos entre si são semelhantes e os mais distantes, mais distintos. Visualizou-se a formação de três grupos para cada data de colheita de acordo com a alteração na cor dos frutos. Tanto para os frutos da data de colheita DC1 como os da DC2, os frutos avaliados inicialmente foram agrupados com os que permanecerem por 40 dias sob baixa temperatura, o que demonstra que os frutos apresentaram pequena alteração da cor da epiderme após 40 dias de armazenamento. No entanto, frutos da data de colheita DC3 apenas frutos avaliados após 20 dias de armazenamento refrigerado foram agrupados com os avaliados inicialmente. Após 40 dias de refrigeração, os frutos das três datas de colheita apresentaram comportamento semelhante em relação à alteração de cor.

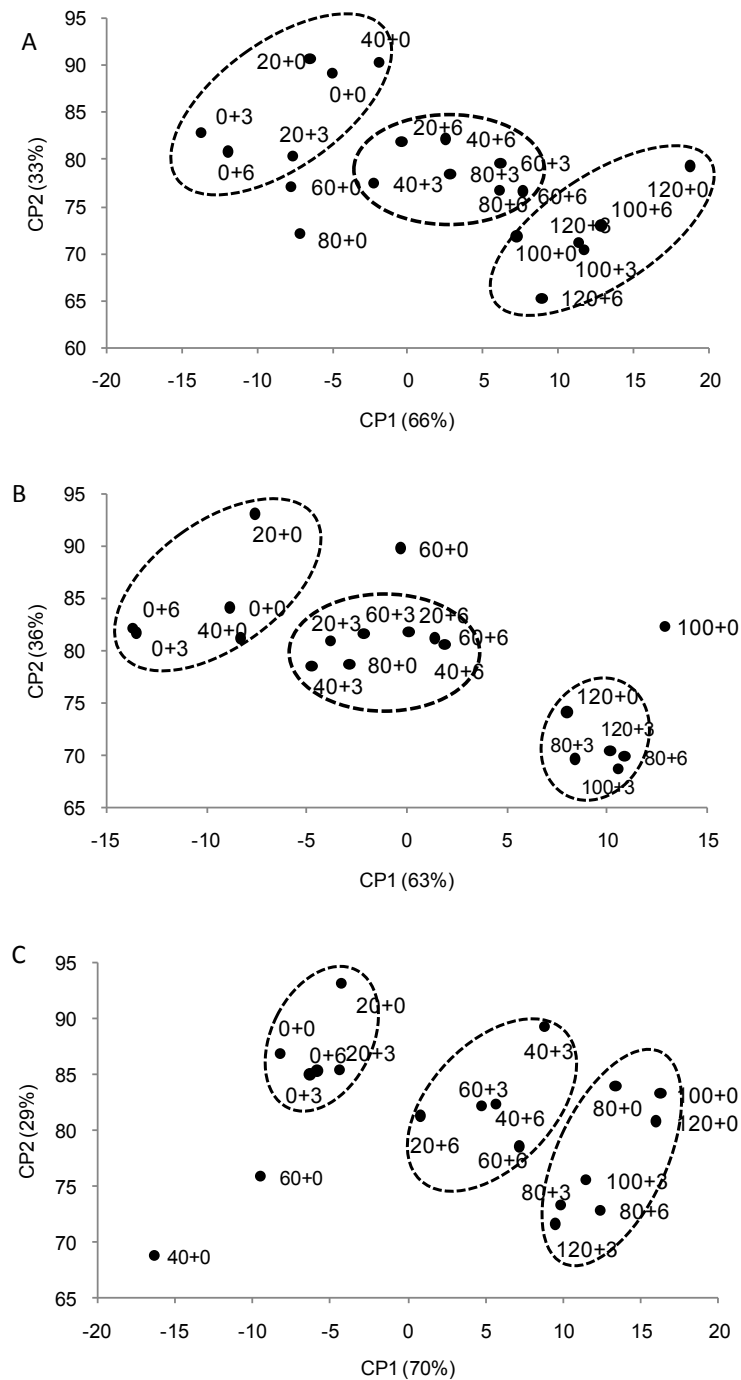


Figura 2 - Representação bidimensional dos tratamentos segundo os componentes principais CP1 e CP2 para cor de peras 'Abate Fétel' colhidas em três datas (DC1=18/01/2010 (A), DC2=25/01/2010 (B) e DC3=01/02/2010 (C)) e mantidas por períodos de até 120 dias sob condições de 0 ± 1 °C e $90 \pm 5\%$ UR e zero, três e seis dias em ambiente simulado (20 ± 1 °C).

De acordo com a Tabela 1, observa-se redução do ângulo *Hue* ao longo do armazenamento refrigerado e também no período de ambiente simulado. Esse resultado está de acordo com os parâmetros encontrados por Predieri & Gatti

(2009) em estudo com peras 'Abate Fetel', onde os autores observaram redução do ângulo *Hue* (tonalidade) após 161 dias de armazenamento refrigerado.

Quanto à tonalidade da epiderme no momento da colheita, os valores observados foram de 91,37, 90,62 e 91,73 para DC1, DC2 e DC3, respectivamente. Visualmente, não houve diferença suficiente que permitisse a distinção entre os frutos provenientes das três datas de colheita. De acordo com Almeida (2004), o olho humano somente consegue distinguir variações de tonalidade superiores a 2,5, mostrando que esse atributo de qualidade não é um bom indicativo para a determinação do ponto de colheita para peras 'Abate Fetel'.

Tabela 1 - Médias dos valores de ângulo *Hue* de peras 'Abate Fetel' colhidas em três datas (DC1=18/01/2010, DC2=25/01/2010 e DC3=01/02/2010) e mantidas por até 120 dias sob armazenamento refrigerado (AR) seguidos por zero, três e seis dias em ambiente simulado (AS)

Datas de colheita	Armazenamento refrigerado + ambiente simulado																					
	0+0*	0+3	0+6	20+0	20+3	20+6	40+0	40+3	40+6	60+0	60+3	60+6	80+0	80+3	80+6	100+0	100+3	100+6	120+0	120+3	120+6	
DC1	91,37	93,16	90,73	93,15	87,66	84,36	90,25	82,68	82,89	85,66	79,36	76,64	82,05	80,45	77,58	73,80	70,62	71,74	72,98	71,27	68,46	
DC2	90,62	92,09	92,56	94,82	85,63	83,90	88,53	84,73	82,82	88,77	85,07	82,16	83,74	71,85	70,76	77,48	70,1	74,94	71,47			
DC3	91,73	89,46	89,37	93,03	88,5	83,00	85,00	83,52	81,03	85,54	81,38	77,84	78,10	73,06	71,51	76,27	73,77	74,91	72,10			

* O primeiro número equivale ao período de armazenamento refrigerado e o segundo refere-se ao período de ambiente simulado.

O índice de degradação do amido, no momento da colheita, para os frutos da data de colheita DC1 foi de 2,50, inferior aos valores obtidos nas colheitas posteriores (5,00 e 5,21 para DC2 e DC3, respectivamente). Os frutos atingiram o valor máximo na escala de degradação do amido após vinte dias de condicionamento por frio, seguidos de seis dias em ambiente simulado, para as três datas de colheita. Frutos mantidos por período igual ou superior a 40 dias de refrigeração também obtiveram o valor máximo na escala de degradação do amido (dados não apresentados).

Os teores de sólidos solúveis aumentaram no transcorrer do período de refrigeração, tendo seus valores máximos preditos pelos modelos ajustados após 104 dias para DC1, 103 dias para DC2 e 80 dias para DC3 (Figura 3). O aumento do teor de sólidos solúveis se deve à degradação dos polissacarídeos, favorecidos pela ação das amilases e fosforilases, com consequente amadurecimento dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Apesar do aumento nos teores de sólidos solúveis ao longo da refrigeração, as peras apresentaram redução dos teores ao final do período de armazenamento refrigerado, para as três datas de colheita. Segundo Coutinho et al. (2003), durante a senescência os frutos tem maior gasto de suas reservas por meio da respiração, o que pode explicar a diminuição observada no teor de sólidos solúveis ao final do armazenamento refrigerado.

Houve diferença significativa ($p < 0,05$), quanto aos teores de sólidos solúveis observados durante o período de manutenção em ambiente simulado apenas para os frutos da data de colheita DC1. Após seis dias de ambiente simulado, os valores de sólidos solúveis foram significativamente superiores (13,6 °Brix) aos verificados aos três dias (12,98 °Brix) e ao término de cada período de armazenamento refrigerado (12,92 °Brix).

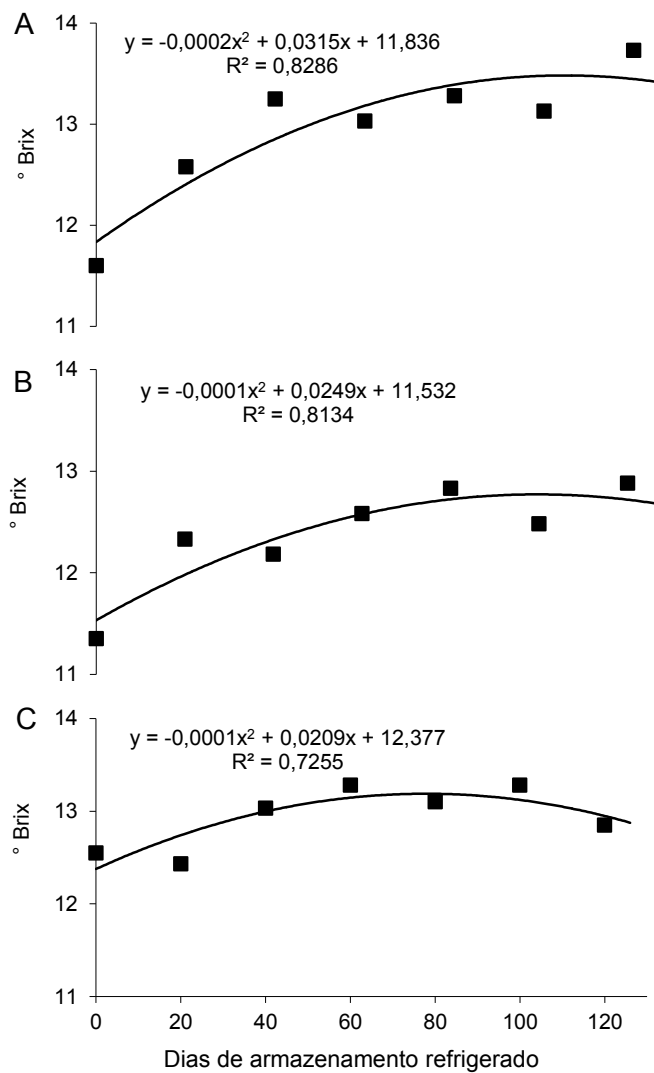


Figura 3 - Teores de sólidos solúveis de peras 'Abate Fetel' colhidas em três datas {DC1=18/01/2010 (A), DC2=25/01/2010 (B) e DC3=01/02/2010 (C)} e mantidas por até 120 dias sob condições de $0 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR.

Quanto ao pH, não foi observada interação significativa entre os fatores estudados (refrigeração e ambiente simulado). Quando avaliados isoladamente também não foram significativos. O valor médio do pH no momento da colheita foi de 4,17, 4,13 e 4,12 passando para 4,27, 4,32 e 4,44 após 120 dias de armazenamento refrigerado, para frutos provenientes de DC1, DC2 e DC3, respectivamente (dados não apresentados). Resultados semelhantes foram encontrados por Parra-Coronado et al. (2006) estudando peras 'Triunfo de Viena', que apresentaram valores de pH de 4,16 no momento da colheita e 4,32 após 97 dias de armazenamento a $3 \text{ }^\circ\text{C}$.

Observou-se aumento linear significativo da perda de massa dos frutos ao longo do período de refrigeração, culminando aos 120 dias, em 8,09% para os frutos colhidos na data DC1, 10,66% para os frutos da data DC2 e 9,22% para os frutos colhidos tardiamente (DC3) (Figura 4). Resultados semelhantes de perda de massa foram encontrados por Mahajan et al. (2010) com peras 'Patharnakh' armazenadas por 90 dias a 0 °C. De acordo com os mesmos autores, perdas acima de 6% comprometem a qualidade dos frutos. No presente trabalho, os frutos atingiram o referido valor após 68, 57 e 49 dias de refrigeração para DC1, DC2 e DC3, respectivamente.

A perda de massa pode ser ocasionada pela transpiração e respiração que prejudica o aspecto global dos frutos, uma vez que os consumidores decidem pela compra julgando, primeiramente, a aparência (KADER, 1999). Outro fator negativo que está diretamente relacionado a perda de massa é a redução do volume comercializado após o armazenamento, o que pode levar a diminuição do lucro.

Frutos da segunda e terceira colheitas apresentaram, respectivamente, elevada incidência de podridões e desidratação excessiva após 100 dias de refrigeração seguidos por seis dias de manutenção em ambiente simulado, o que os tornou impróprios para o consumo. Os resultados estão de acordo com Benitez et al. (2005), que afirmaram que frutos colhidos precocemente suportam maior tempo de armazenamento refrigerado em relação aos frutos colhidos tardiamente.

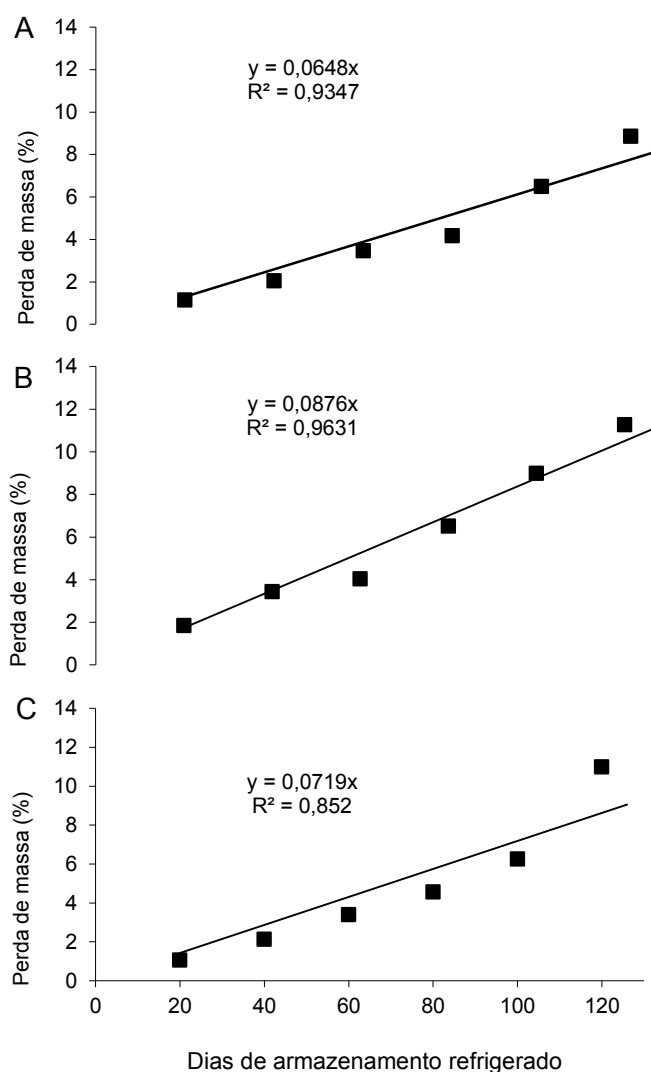


Figura 4 - Perda de massa de peras 'Abate Fetel' colhidas em três datas (DC1=18/01/2010 (A), DC2=25/01/2010 (B) e DC3=01/02/2010 (C)) e mantidas por até 120 dias sob condições de 0 ± 1 °C e $90 \pm 5\%$ UR.

Sensorialmente, os maiores valores de aceitabilidade (87,47, 81,34 e 78,15) foram obtidos nos frutos colhidos na data de colheita DC1, quando mantidos por 20, 60 e 120 dias de refrigeração seguidos por seis dias de ambiente simulado, respectivamente (Figura 5). Peras colhidas tardiamente (DC3) e mantidas por 120 dias sob refrigeração apresentaram aceitabilidade de 51,32, enquanto que aquelas mantidas pelo mesmo período de refrigeração seguido por três dias sob temperatura de 20 °C apresentaram aceitabilidade de 24,47. Foram, ainda, atribuídos valores baixos de 66,60 aos frutos não submetidos ao condicionamento por frio e avaliados aos três dias de manutenção em ambiente simulado, para as três datas de colheita. Ao término dos períodos de

refrigeração de 20 e 40 dias, os provadores também atribuíram valores baixos (Figura 5).

Em relação aos baixos valores de aceitabilidade atribuídos aos frutos colhidos tardiamente (DC3) e mantidos sob refrigeração por 120 dias, os provadores relataram que esses se encontravam sobremaduros, sem sabor, com gosto ruim, falta de suco e polpa farinácea. Esse fato corrobora os estudos de Benitez et al. (2005) que relataram que os frutos colhidos tardiamente, ou seja, perdem a qualidade organoléptica após longos períodos de armazenamento refrigerado.

Os provadores por meio da análise sensorial revelaram que os frutos não submetidos às baixas temperaturas apresentavam-se firmes, sem sabor, adstringentes e imaturos. A baixa aceitação para essa situação ratifica a necessidade do condicionamento por frio para que ocorra a indução do amadurecimento (VILLALOBOS-ACUNÃ, 2011a; PREDIERI; GATTI, 2009; VILLALOBOS-ACUNÃ, 2011b). Além do condicionamento por frio para indução do amadurecimento, a manutenção dos frutos em temperatura ambiente é necessária para que os mesmos adquiram qualidade desejável para consumo, uma vez que os provadores avaliaram negativamente os frutos após 20 dias de refrigeração e 40 dias de refrigeração para nas três datas de colheita.

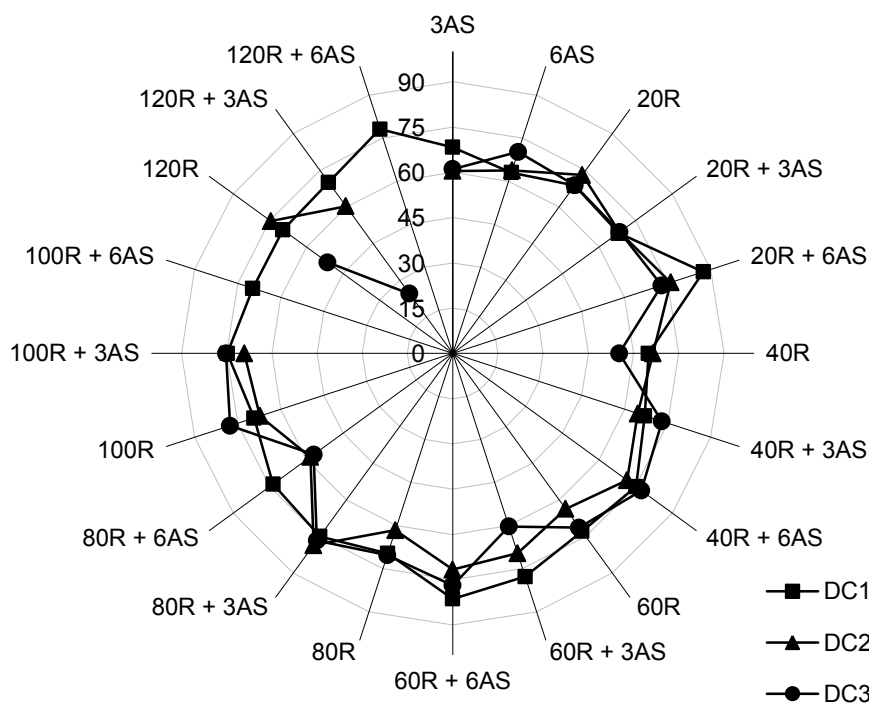


Figura 5 - Aceitabilidade de peras 'Abate Fetel' colhidas em três datas (DC1=18/01/2010, DC2=25/01/2010 e DC3=01/02/2010) e mantidas por até 120 dias sob refrigeração (R) 0 ± 1 °C e $90 \pm 5\%$ UR e até seis dias em ambiente simulado (AS) (20 ± 1 °C).

A intenção de compra revelou que 52% dos potenciais consumidores entrevistados não comprariam peras 'Abate Fetel' devido à falta de atratividade dos frutos. Apenas 15% dos consumidores comprariam os frutos sem a necessidade de desconto, 18% deles optaram pela compra caso fosse concedido 50% de desconto, 11% comprariam caso houvesse desconto de 30% e apenas 4% dos consumidores comprariam com desconto de 10%. Os resultados indicaram que a presença de *russeting* interferiu na intenção de compra, o que pode prejudicar a comercialização dos frutos dessa cultivar. Outro fator relatado pelos consumidores que ocasionou a rejeição foi o formato alongado dos frutos, já que a cultivar é pouco conhecida no mercado brasileiro. Nesse mesmo período, o teste de aceitabilidade revelou que as amostras apresentavam suculência, maciez e sabor agradáveis e não houve relatos de frutos com aspecto indesejável. Isso mostra que estratégias de venda devem ser feitas para que os consumidores conheçam e passem a comprar os frutos devido ao sabor apresentado e não à sua aparência, prejudicada pela presença

de *russeting* e formato diferente das outras cultivares. As características dos frutos de 'Abate Fetel', que em princípio prejudica a sua preferência na intenção de compra, pode futuramente reverter-se em aspecto positivo, uma vez que os consumidores poderão facilmente identificá-la e diferenciá-la das demais cultivares.

De acordo com as diferentes avaliações realizadas ao longo do experimento, pode-se observar que o amadurecimento dos frutos, com base nos valores de firmeza, índice de degradação do amido e aceitabilidade, ocorreu após vinte dias em condições de baixa temperatura seguidos de seis dias de manutenção em temperatura de 20 °C para as três datas de colheita. Nesse período, os valores de firmeza foram inferiores a 39,2N, o que confere características de frutos aptos para o consumo de acordo com Predieri & Gatti (2009). Além da firmeza, o índice de degradação do amido atingiu o máximo da escala (10), onde a maior parte do amido presente nos frutos foi convertida em açúcares simples, dando ao fruto características desejáveis para consumo. Com relação à análise sensorial, foi atribuída alta aceitabilidade aos frutos nesse período, o que indica que a indução do amadurecimento por meio de condicionamento por frio foi capaz de estimular o desenvolvimento das características desejáveis para consumo.

Crisosto & Crisosto (2005) consideram o teor de sólidos solúveis como um dos principais fatores que influenciam a qualidade dos frutos. Esse atributo interferiu na aceitabilidade sensorial apenas quando os frutos estavam ainda imaturos, ou seja, quando foram avaliados sensorialmente sem terem sido submetidos às condições de baixa temperatura e, portanto, apresentavam altos teores de amido e baixo teor de açúcar. Após a detecção do amadurecimento, ocorrido aos 20 dias de condicionamento por frio seguido por seis dias de ambiente simulado, os provadores não identificaram mudanças nos teores de sólidos solúveis nos frutos provenientes das diferentes datas de colheita. Esses resultados estão de acordo com Predieri & Gatti (2009) que apesar de encontrarem diferenças entre os teores de sólidos solúveis de frutos provenientes de três pomares avaliados, os provadores não foram capazes de distinguir tais diferenças por meio da avaliação sensorial, indicando que o atributo ocasiona pouca interferência na aceitação de peras 'Abate Fetel'.

Para os frutos da data de colheita DC1, a comercialização pode ser realizada a partir de 20 dias e se estender por até 120 dias de armazenamento refrigerado, seguidos por seis dias em condição de temperatura ambiente, uma vez que os frutos não perderam a capacidade de amadurecimento e mantiveram elevada qualidade ao longo de todo o período. Dada à ocorrência de podridões e à excessiva desidratação dos frutos das datas de colheita DC2 e DC3 observadas após 100 dias de refrigeração e seis dias a temperatura de 20 °C, e também à baixa aceitabilidade dos frutos após 120 dias de armazenamento, sugere-se que a comercialização desses frutos seja, preferencialmente, realizada entre 20 e 80 dias de refrigeração, já que os frutos tornaram-se impróprios e, conseqüentemente, não atenderiam às exigências de mercado. Caso a comercialização seja realizada no período de três dias, o armazenamento refrigerado desses frutos pode ser estendido por até 100 dias.

3.4.2 'Rocha'

Peras da primeira e terceira colheitas (DC1 e DC3) não submetidas ao condicionamento por frio e mantidas em temperatura ambiente simulada apresentaram redução na firmeza de polpa a partir do terceiro dia (Figura 6), entretanto, essa redução não foi suficiente para tornar os frutos aptos para o consumo, já que a firmeza de polpa ideal é de aproximadamente 20N (ISIDORO; ALMEIDA, 2006). Isso demonstra a necessidade de alguma interferência, seja por meio de condicionamento por frio, seja pela aplicação de etileno exógeno para estimular a produção auto catalítica de etileno e, conseqüentemente, desencadear o amadurecimento dos frutos (SUGAR; EINHORN, 2011; GERASOPOULOS; RICHARDSON, 1997; CHEN; MELLENTHIN, 1997).

Após 20 dias de condicionamento por frio seguidos de seis dias de manutenção em ambiente simulado, frutos das três datas de colheita apresentavam valores de firmeza de 18,9, 5,4 e 28,1N para DC1, DC2 e DC3, respectivamente (Figura 6). Nota-se que para a data de colheita DC1 o valor está mais próximo do recomendado para consumo, já para os frutos da DC2, os valores são inferiores e os frutos da DC3, o valor de firmeza está acima do recomendado.

Para que os frutos atinjam firmeza de polpa ideal para consumo após três dias em ambiente simulado, subsequentes ao condicionamento por frio, foi

necessário 40 e 60 dias de armazenamento refrigerado para os frutos da data de colheita DC1 (Figura 6A) e 60 dias para aqueles provenientes da terceira data de colheita (DC3) (Figura 6C). Nota-se que a firmeza atingiu valores próximos ao ideal para consumo em momentos restritos, quando os frutos foram avaliados por apenas três dias em ambiente simulado. Isso demonstra que a cultivar Rocha, quando consumida após três dias em ambiente simulado, pode não conferir ao fruto firmeza ideal para consumo.

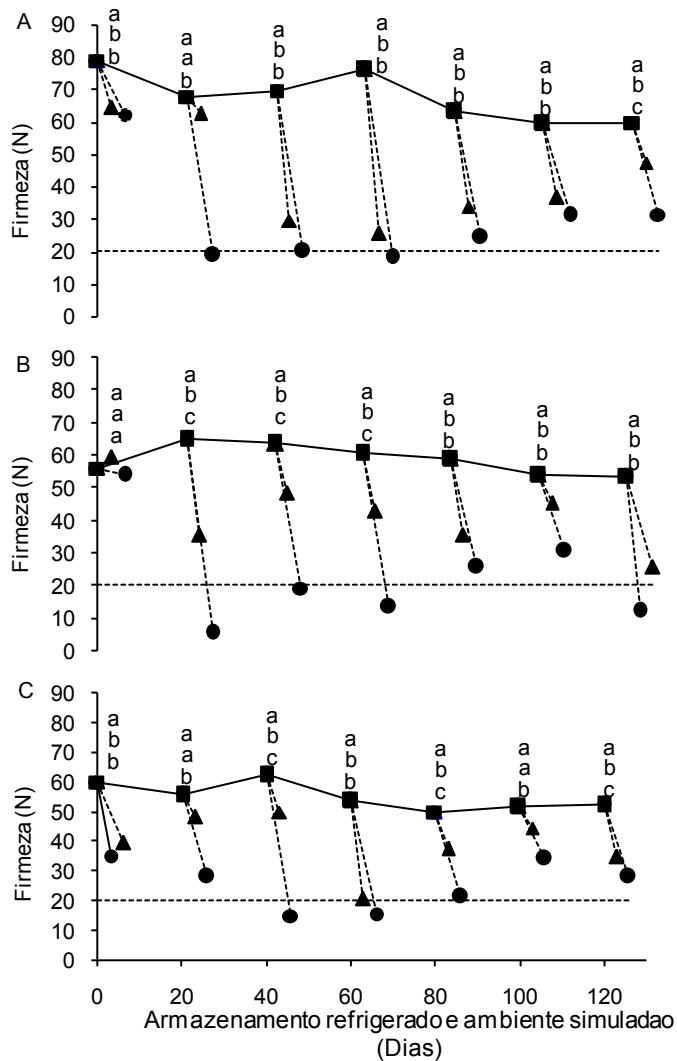


Figura 6 - Firmeza de polpa de peras 'Rocha' colhidas em três datas (DC1=18/01/2010 (A), DC2=25/01/2010 (B) e DC3=01/02/2010 (C)) e mantidas por até 120 dias a 0 ± 1 °C e $90 \pm 5\%$ UR seguidos de três (▲) e seis dias (●) em ambiente simulado (20 ± 1 °C). A linha tracejada horizontal indica a firmeza recomendada para consumo (20 N). Letras iguais, na vertical, indicam que as médias de ambiente simulado em cada tempo de ambiente refrigerado não diferem entre si ($p > 0,05$).

Na análise multivariada de cor, todas as variáveis (C^* , a^* , b^* , ângulo Hue e L^*) apresentaram variabilidade entre os tratamentos e correlação entre si, o que justifica a sua inclusão na construção dos componentes principais. A variável L^* , na data de colheita DC3, não apresentou variabilidade considerável entre os tratamentos e nem correlação com as demais variáveis que justificasse sua inclusão na análise. Os dois primeiros componentes principais

CP1 e CP2 explicaram 93, 89 e 99% da variação total de cor dos frutos da DC1, DC2 e DC3, respectivamente.

A Figura 7 mostra a distribuição dos escores de cada data de colheita DC1 (A), DC2 (B) DC3 (C) ao longo do armazenamento refrigerado e ambiente simulado em relação aos atributos de cor. As avaliações de cada período estão representadas pelos números (0, 20, 40, 60, 80, 100 e 120 dias) correspondentes aos diferentes períodos de refrigeração, seguidos de (zero, três e seis dias) referentes ao ambiente simulado. O posicionamento dos tratamentos permite compará-los em relação aos termos descritos, onde tratamentos mais próximos entre si são semelhantes e os mais distantes, mais distintos.

Visualizou-se na Figura 7 a formação de três grupos para cada data de colheita de acordo com a alteração na cor dos frutos. Para as três datas de colheita, os valores iniciais foram agrupados nas elipses superiores à esquerda, juntamente com os demais frutos que apresentaram comportamentos similares. Os frutos avaliados após vinte dias de manutenção em baixa temperatura apresentaram comportamento semelhante ao dos frutos avaliados inicialmente nas três datas de colheita, o que indica que o condicionamento por frio não alterou a cor após os 20 dias de refrigeração (Figura 7). Frutos das três datas de colheita avaliados após vinte dias de condicionamento por frio seguido de seis dias em ambiente simulado não foram agrupados com frutos avaliados inicialmente, o que indica que o ambiente simulado juntamente com o período de vinte dias em baixa temperatura proporcionou a alteração da cor da epiderme. Nas elipses centrais de cada data de colheita, o efeito dos tratamentos proporcionou mudança na coloração da epiderme dos frutos. As elipses localizadas na parte inferior de cada gráfico indicam que os tratamentos ocasionaram mudanças ainda maiores na cor dos frutos (Figura 7).

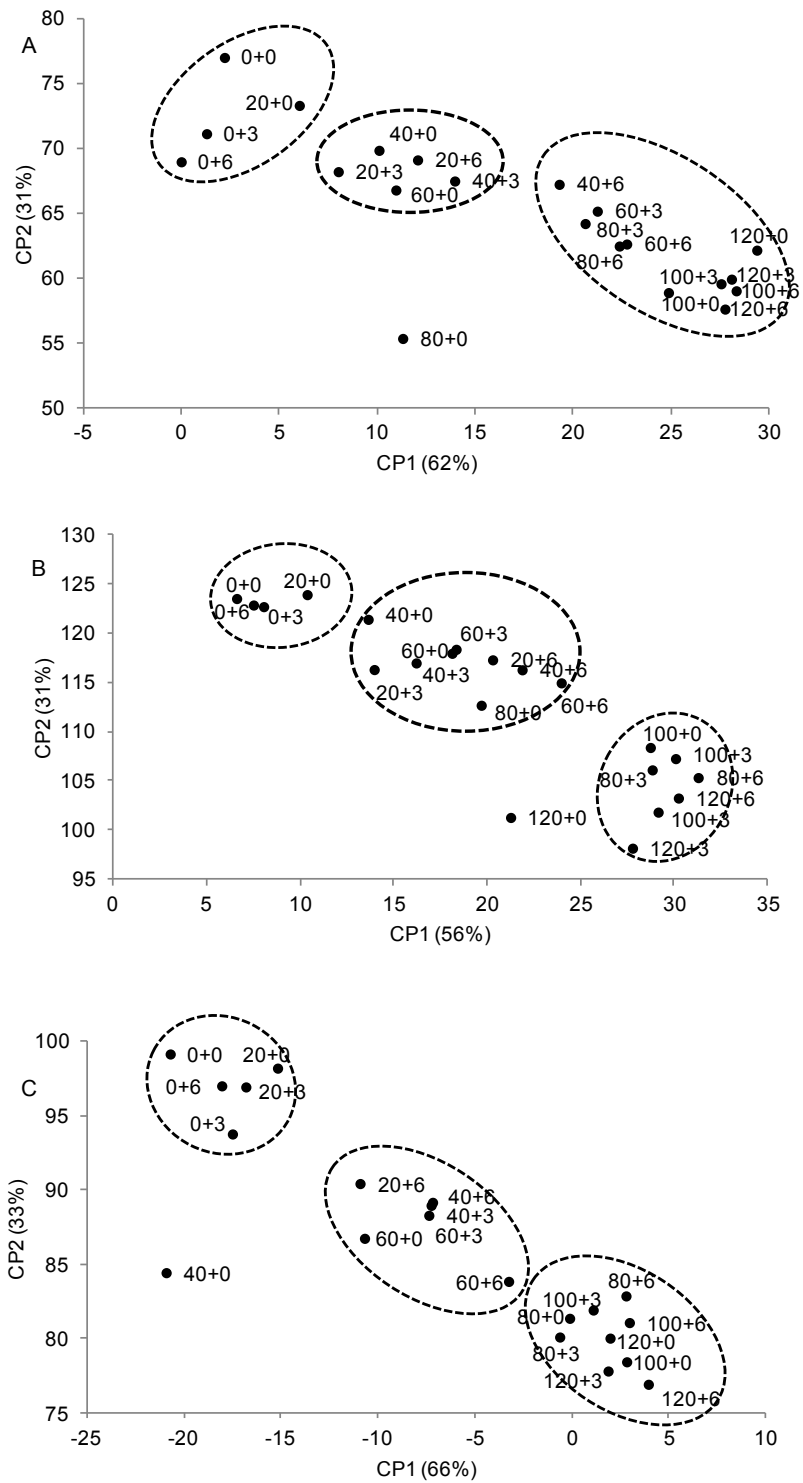


Figura 7 - Representação bidimensional dos tratamentos segundo os componentes principais CP1 e CP2 de cor de peras 'Rocha' colhidas em três datas (DC1=18/01/2010 (A), DC2=25/01/2010 (B) e DC3=01/02/2010 (C)) e mantidas por períodos de até 120 dias sob condições de 0 ± 1 °C e $90 \pm 5\%$ UR e zero, três e seis dias em ambiente simulado (20 ± 1 °C).

Na tabela 2 nota-se que os valores iniciais de ângulo *Hue*, no momento da colheita, foram de 107,85, 107,95 e 107,25 para DC1, DC2 e DC3, respectivamente. Visualmente, não houve diferença suficiente que permitisse a distinção entre os frutos provenientes das três datas de colheita, já que é necessário diferença no ângulo *Hue* superior a 2,5 para detecção ao olho humano (ALMEIDA, 2004). Tal fato demonstra que o atributo em questão não é um bom indicativo para determinação de ponto de colheita para peras 'Rocha'.

Os dados apresentados na Tabela 2 indicam redução do ângulo *Hue* ao longo do armazenamento refrigerado e também no período de ambiente simulado. Observa-se que frutos avaliados aos três e seis dias em ambiente simulado, sem prévia refrigeração, não apresentaram mudança do ângulo *Hue* que pudesse ser perceptível ao ser humano. No entanto, houve redução perceptível nos frutos avaliados após 20 dias de refrigeração seguidos de seis dias em ambiente simulado. A cor da epiderme tornou-se amarela ao longo do armazenamento refrigerado, o que pode ser verificado pela redução do ângulo *Hue*. Os dados do presente trabalho estão de acordo com os de Isidoro & Almeida (2006) em que os frutos encontravam-se verdes claros no momento da colheita e tornaram-se amarelos após 90 dias de refrigeração e sete dias em ambiente simulado.

Tabela 2 - Médias dos valores de ângulo *Hue* de peras 'Rocha' colhidas em três datas (DC1=18/01/2010, DC2=25/01/2010 e DC3=01/02/2010) e mantidas por até 120 dias sob armazenamento refrigerado (AR) a 0 ± 1 °C e $90 \pm 5\%$ UR seguidos por zero, três e seis dias em ambiente simulado (AS) (20 ± 1 °C)

Datas de colheita	Armazenamento refrigerado + ambiente simulado																				
	0+0*	0+3	0+6	20+0	20+3	20+6	40+0	40+3	40+6	60+0	60+3	60+6	80+0	80+3	80+6	100+0	100+3	100+6	120+0	120+3	120+6
DC1	107,85	107,50	106,75	104,08	99,39	99,79	100,02	97,38	93,40	98,26	91,44	88,42	93,03	91,85	88,98	84,43	82,55	81,90	81,69	82,51	82,03
DC2	107,95	106,83	106,21	105,96	99,12	95,66	102,20	97,86	94,14	98,00	97,22	91,99	93,06	84,46	82,63	86,25	81,57	84,67	85,99	80,74	81,79
DC3	107,25	102,48	104,41	103,15	103,61	96,53	99,78	93,21	93,57	94,33	93,49	88,28	85,01	84,54	84,29	81,60	84,65	83,12	83,05	81,74	80,07

* O primeiro número equivale ao período de armazenamento refrigerado e o segundo refere-se ao período de ambiente simulado.

O índice de degradação do amido, no momento da colheita, dos frutos da data de colheita (DC1) foi de 5,38, sendo inferior aos valores obtidos nos frutos das colheitas posteriores (6,88 e 7,96 para DC2 e DC3, respectivamente). Os frutos atingiram o valor máximo na escala de degradação do amido após vinte dias de condicionamento por frio seguidos de seis dias em ambiente simulado, para os frutos das três datas de colheita (dados não apresentados). Bai (1961) observou em peras 'Bosc', que no momento da maturidade comercial a concentração de amido foi de 65 mg/g de matéria seca e passou para 4 mg/g após os frutos permanecerem por 20 dias a 0 °C e praticamente tornou-se indetectável após treze dias em temperatura de 20 °C.

Com relação à perda de massa, observou-se aumento nos valores ao longo da refrigeração (Figura 8). Após 120 dias de refrigeração a perda de massa culminou em 8,58, 7,32 e 5,61% para as datas de colheita DC1, DC2 e DC3, respectivamente, no entanto, essa perda não apresentou comprometimento da epiderme dos frutos. Além da perda de massa, as peras da data de colheita DC1 apresentaram doenças causadas por *Alternaria* spp. e *Botrytis* spp. que comprometeram a qualidade dos frutos e intensificaram a perda de massa, pois frutos danificados com doenças tendem a aumentar a perda de massa (VICENTINI et al., 2009).

Os valores de perda de massa fresca durante o período de ambiente simulado foram superiores após seis dias, 8,05, 6,58 e 5,22, intermediários após três dias 6,67, 5,22 e 3,95 e inferiores 4,71, 4,07 e 2,99%, para as datas de colheita DC1, DC2 e DC3, respectivamente, por meio de teste Tukey a 5% de probabilidade. Vale considerar que a perda sofrida no período de ambiente simulado soma-se a ocorrida ao longo da refrigeração.

Mahajan et al. (2010) afirmaram que perdas de massa acima de 6% comprometem a aparência global do fruto, causando mudanças na epiderme na região peduncular. A perda de massa de 6% foi atingida respectivamente após 86 e 100 dias de refrigeração para as datas de colheita DC1, DC2 e não atingiu o valor para a data de colheita DC3 no período de avaliação do experimento. Essa perda de massa ao longo da refrigeração, somada a perda no período de manutenção em ambiente simulado foi superior ao limite proposto por Mahajan et al. (2010), mas no presente trabalho não houve comprometimento da epiderme. Apesar de não ter sido observado o

enrugamento da epiderme, ocorreu o enrijecimento da polpa, descrita pelos provadores no teste sensorial como “emborrachamento”. O enrijecimento possivelmente ocorreu devido à diminuição da turgidez celular, decorrente da perda de água sofrida pelo fruto durante a refrigeração, o que tornou o tecido elástico.

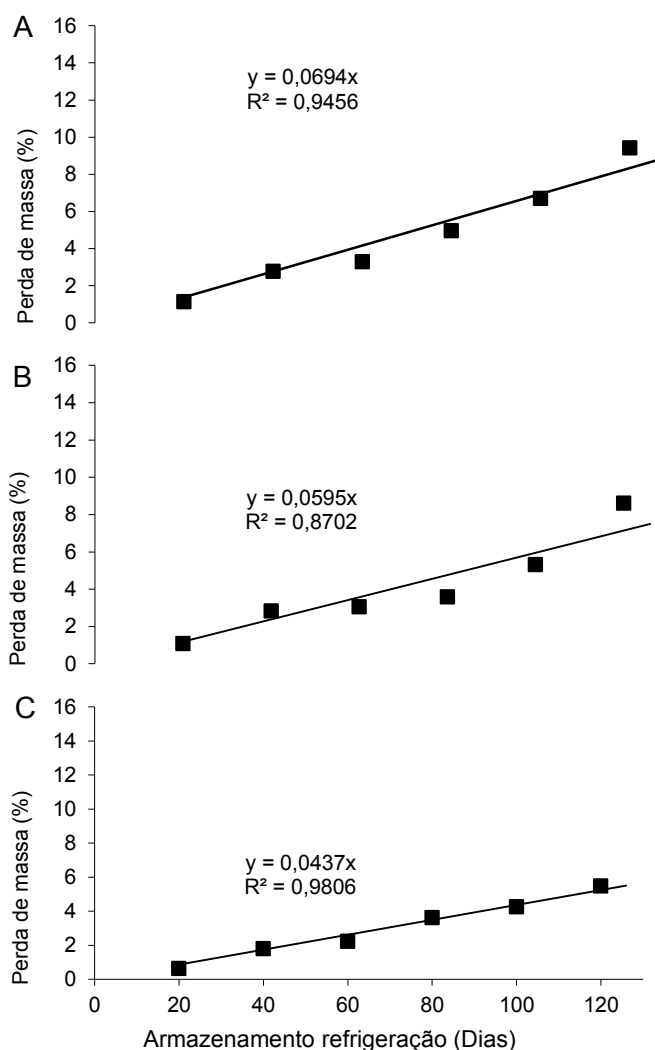


Figura 8 - Perda de massa de peras ‘Rocha’ colhidas em três datas (DC1=18/01/2010 (A), DC2=25/01/2010 (B) e DC3=01/02/2010 (C)) e mantidas por até 120 dias sob condições de 0 ± 1 °C e $90 \pm 5\%$ UR.

O teor de sólidos solúveis aumentou no transcorrer do amadurecimento dos frutos e sofreu uma redução após 95 dias de armazenamento refrigerado para os frutos da data de colheita DC1 (Figura 9A). O aumento inicial se deve à degradação dos polissacarídeos, favorecidos pela ação das amilases e fosforilases, que tem suas atividades intensificadas com a produção de etileno

(CHITARRA; CHITARRA, 2005). A redução ao final do armazenamento refrigerado se deve, segundo Continho et al. (2003), ao fato dos frutos encontrarem-se em processo de senescência, onde as reservas são gastas por meio da respiração. Esse processo consome energia provida dos açúcares presentes nos frutos com conseqüente redução dos mesmos.

Apesar das oscilações observadas, os teores de sólidos solúveis dos frutos, em todos os períodos de armazenamento, estavam acima do valor de 10 °Brix recomendado pela Associação Nacional de Produtores de Pera Rocha (ANP) (1997), para colheita e consumo. Os resultados do presente trabalho estão de acordo com o estudo de Isidoro & Almeida (2006), que avaliaram peras 'Rocha' colhidas quando o teor de sólidos solúveis foi superior a 10 °Brix e verificaram que após três meses em ambiente refrigerado e sete dias de ambiente simulado, os valores de sólidos solúveis ficaram entre 11 e 12 °Brix.

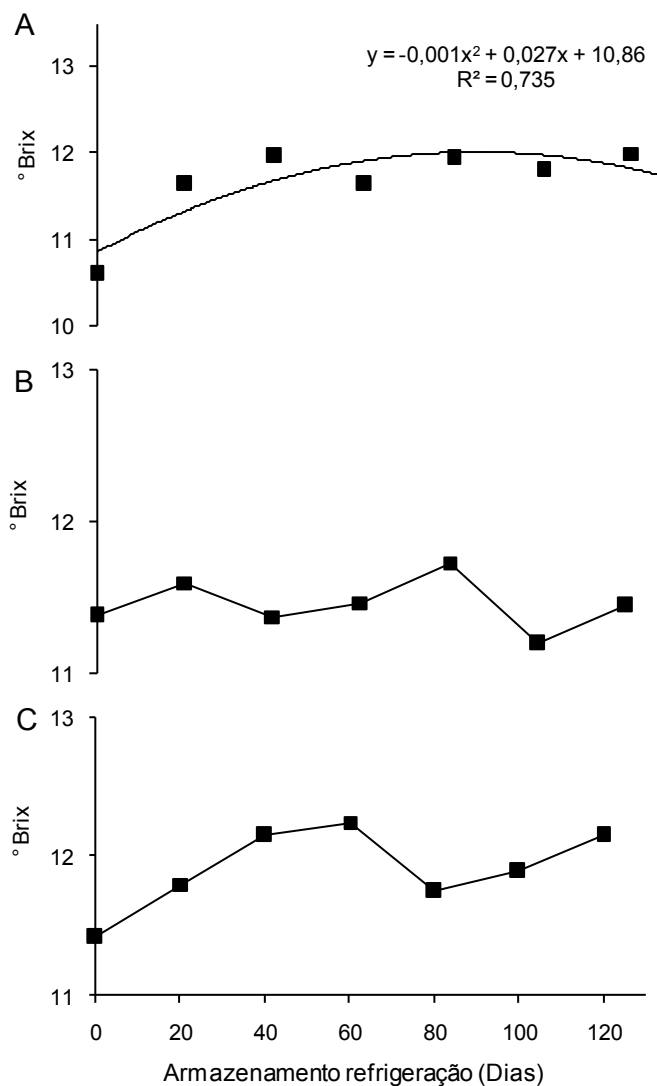


Figura 9 - Teores de sólidos solúveis de peras 'Rocha' colhidas em três datas (DC1=18/01/2010 (A), DC2=25/01/2010 (B) e DC3=01/02/2010 (C)) e mantidas por até 120 dias sob condições de 0 ± 1 °C e 90 ± 5 % UR e seu respectivo modelo quadrático ajustado aos dados.

Quanto ao pH, não foi observada significância para nenhum dos fatores estudados, bem como para a interação entre eles. O valor médio do pH no momento da colheita foi de 3,17, 3,68 e 3,86 passando para 3,97, 3,98 e 3,86 após 120 dias de armazenamento refrigerado seguidos de seis dias em ambiente simulado, para DC1, DC2 e DC3, respectivamente. Os resultados obtidos foram inferiores aos encontrados por Ribeiro et al. (2003), que avaliaram peras 'Rocha' em três datas de colheita, com intervalo de sete dias, com valores iniciais de 4,30, 4,37 e 4,44, respectivamente. Os mesmos autores

observaram que o pH não sofreu alteração ao longo de 180 dias de armazenamento, fato que também ocorreu no presente trabalho.

Sensorialmente, os maiores valores de aceitabilidade foram verificados aos 20 (84,35; 79,92 e 85,73) e 40 (80,22; 78,52 e 79,48) dias de armazenamento refrigerado seguidos de seis dias de manutenção em ambiente simulado e aos 80 (77,28; 89,79 e 86,48) dias de armazenamento refrigerado seguidos de três dias de ambiente simulado para os frutos das três datas de colheita (DC1, DC2 e DC3, respectivamente) (Figura 10). Ainda, com relação aos maiores valores, os frutos DC2 apresentaram alta aceitabilidade após 120 dias de armazenamento refrigerado seguidos de três dias em ambiente simulado (78,75) e após 120 dias de armazenamento refrigerado seguidos de seis dias em ambiente simulado (81,05). Também se destacou a elevada aceitabilidade das peras DC2 (72,7) e DC3 (78,76) avaliadas aos seis dias de ambiente simulado sem condicionamento prévio por frio (Figura 10).

Foram atribuídos valores inferiores de aceitabilidade aos frutos das diferentes datas de colheita imediatamente após o término dos períodos de refrigeração. Ainda, foram atribuídos valores inferiores (entre 46,53 a 56,78) aos frutos não submetidos ao condicionamento por frio e avaliados aos três dias em ambiente simulado, para as três datas de colheita (Figura 10).

Vale destacar, que frutos com diferença nos valores de firmeza de polpa após permanecerem por 20 dias de refrigeração e seis dias em ambientes simulado, com valores de 18,9, 5,4 e 28,1N para DC1, DC2 e DC3, respectivamente, apresentaram alta aceitabilidade, o que indica haver flexibilidade da aceitação por parte dos consumidores em relação à preferência dos diferentes valores de firmeza, apesar de que, segundo Isidoro & Almeida (2006) valores de 20N são considerados ideais.

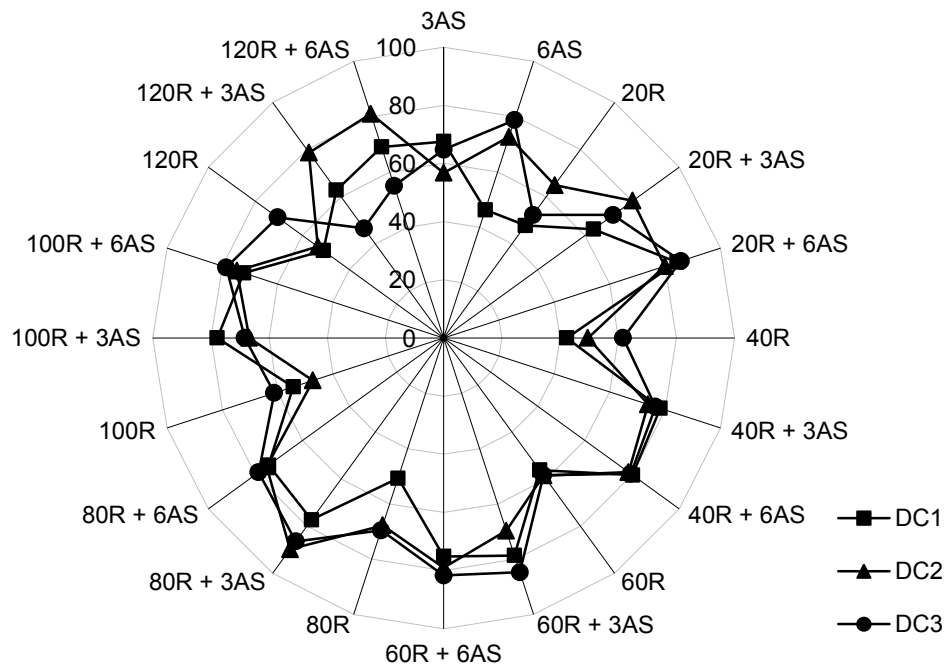


Figura 10 - Aceitabilidade de peras 'Rocha' colhidas em três datas (DC1=18/01/2010, DC2=25/01/2010 e DC3=01/02/2010) e mantidas por até 120 dias sob condições de 0 ± 1 °C e $90 \pm 5\%$ UR (R) e até seis dias em ambiente simulado (AS) (20 ± 1 °C).

A intenção de compra revelou que 84% dos potenciais consumidores entrevistados comprariam peras 'Rocha' devido à atratividade dos frutos. Apenas 10% deles optaram pela compra caso fosse concedido 10% de desconto, 3% comprariam caso houvesse desconto de 30% e outros 3% dos entrevistados não comprariam os frutos mesmo com desconto. Os resultados indicam que a pera 'Rocha', conhecida popularmente no Brasil como pera portuguesa, apresenta elevada aceitação, atendendo os consumidores quanto ao tamanho, forma e coloração. Os entrevistados relataram positivamente a aparência, o formato e o odor agradável. Com relação aos que não comprariam os frutos, a justificativa foi relacionada ao pequeno tamanho dos frutos e aos preços elevados. Nesse mesmo período, por meio do teste de aceitabilidade, os provadores relataram que as amostras apresentavam suculência, maciez, sabor e aroma agradáveis e não houve relatos de frutos com aspecto indesejável. Isso mostra que a cultivar Rocha é uma boa alternativa para os produtores nacionais, pois além de apresentar elevada aceitação quando ao aspecto global, os consumidores atribuíram elevada qualidade organoléptica aos frutos.

O amadurecimento dos frutos, com base nos valores de firmeza, índice de degradação do amido, cor da epiderme e aceitabilidade ocorreu após 20 dias em condições de baixa temperatura, seguidos de seis dias em temperatura ambiente simulada, para os frutos das três datas de colheita. Nesse período, a firmeza atingiu valores próximos a 20N, que segundo Isidoro & Almeida (2006) é considerada ideal para o consumo (Figura 6). Além da firmeza, os frutos atingiram o valor máximo (10), ou seja, a maior parte do amido presente no fruto foi convertida em sacarose. Os atributos de cor também auxiliaram na identificação do amadurecimento dos frutos, já que após vinte dias em condições de baixa temperatura e seis dias em ambiente simulado, os frutos foram agrupados separadamente daqueles avaliados inicialmente (Figura 7) e verificou-se mudança perceptível a visão humana do ângulo *Hue* no mesmo período (Tabela 2). A aceitabilidade foi outro critério utilizado para diagnosticar o amadurecimento dos frutos, já que nesse período houve elevada aceitação dos frutos (Figura 10).

Após 80 dias de armazenamento refrigerado seguidos de três e seis dias de ambiente simulado, frutos das três datas de colheita, com exceção das peras da data de colheita DC2 aos 120 dias de armazenamento refrigerado, não atingiram a firmeza de polpa recomendada para consumo. Possivelmente isso não está relacionado à falta da capacidade de amadurecimento, descrita por Predieri & Gatti (2009) para peras 'Abate Fetel' após longos períodos de armazenamento refrigerado, e sim à elevada perda de massa observada no decorrer do armazenamento, que tornou a polpa enrijecida e proporcionou maiores valores de firmeza.

O enrijecimento da polpa sofrido pelos frutos foi observado pelos provadores por meio do teste sensorial. Os mesmos relataram falta de suculência, polpa farinácea e rígida após 100 dias de armazenamento refrigerado, agravando-se após 120 dias, principalmente nos frutos da data de colheita DC3, onde foram atribuídos valores inferiores de aceitabilidade (Figura 10). A baixa aceitabilidade por parte dos provadores se deve provavelmente a colheita ter sido realizada tardiamente, o que acarreta em qualidade inferior, pois peras Europeias tem sua qualidade comprometida quando são colhidas tardiamente, onde os principais problemas observados são a textura farinácea e falta de suculência (AGAR et al., 1999). Portanto, frutos colhidos tardiamente devem

ser comercializados logo após o completo amadurecimento e permanecer por períodos menores que 100 dias de refrigeração para evitar a depreciação do produto.

3.4.3 'Packham's Triumph'

Observou-se que não houve redução na firmeza de polpa após três e seis dias sem condicionamento por frio para os frutos provenientes das três datas de colheita (Figura 11). O mesmo comportamento foi verificado após 20 dias de condicionamento por frio seguido de três dias em ambiente simulado. Ainda, após 20 dias de condicionamento por frio, frutos da data de colheita DC1 não apresentaram redução significativa da firmeza após seis dias em ambiente simulado (Figura 11A). Em contrapartida, frutos da segunda e terceira colheitas apresentaram redução significativa da firmeza de polpa após 20 dias de condicionamento por frio, seguidos de seis dias em ambiente simulado (Figura 11BC). Isso ratifica a necessidade de condicionamento por frio por determinado período para estimular a produção auto catalítica de etileno e desencadear o amadurecimento das peras (SUGAR; EINHORN, 2011).

Após 40 dias em condições de baixa temperatura, apenas os frutos da data de colheita DC1 apresentaram redução da firmeza de polpa após três dias em ambiente simulado (Figura 11A). Somente após 60 dias de condicionamento por frio e três dias de ambiente simulado, os frutos das três datas de colheita apresentaram redução significativa na firmeza da polpa (Figura 11). Segundo Crisosto et al. (1994), frutos provenientes de diferentes datas de colheita necessitam de períodos diferenciados de condicionamento de frio para desencadear o amadurecimento.

Após 120 dias de armazenamento refrigerado e seis dias de ambiente simulado os frutos apresentaram lesões na epiderme nas três datas de colheita e foram descartados. Essas lesões surgiram em decorrência de possíveis impactos sofridos pelos frutos ao longo da cadeia produtiva. As lesões comprometeram a aparência o que ocasionou o descarte dos frutos neste período. Segundo Burger et al. (2005) lesões na epiderme são frequentes em peras 'Packham's Triumph' e comprometem o aspecto global dos frutos, sendo uma das principais causas para o rejeição pelos consumidores. Esse dano é caracterizado pelo escurecimento da epiderme especialmente nos pontos altos

das superfícies irregulares, devido ao formato característico das peras dessa cultivar (BURGER et al., 2005). Tais descolorações são induzidas por uma série de lesões mecânicas que ocorrem durante a colheita, embalagem, transporte e comercialização (MITCHAM et al., 2001.; FENG et al., 2004), seguidas por reações bioquímicas que levam ao escurecimento da epiderme (JIMÉNEZ-ATIÉNZAR et al., 2004).

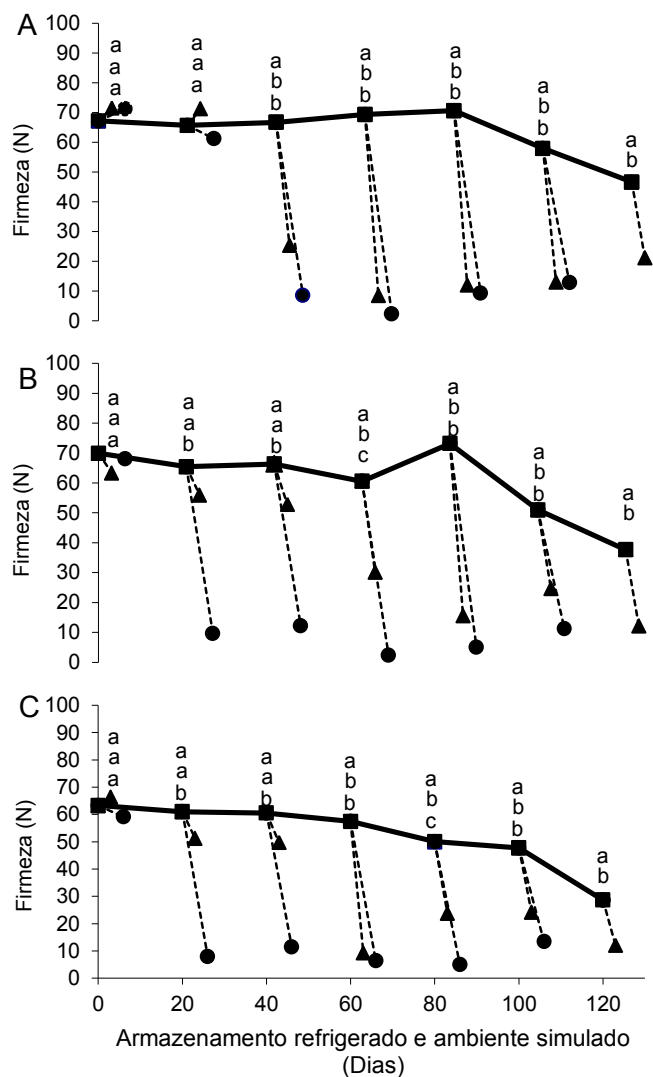


Figura 11 - Firmeza de polpa de peras 'Packham's Triumph' colhidas em três datas (DC1=18/01/2010 (A), DC2=25/01/2010 (B) e DC3=01/02/2010 (C)) e mantidas por até 120 dias sob condições de 0 ± 1 °C e $90 \pm 5\%$ UR seguidos de três (▲) e seis dias (●) em ambiente simulado (20 ± 1 °C). A linha cheia inclinada corresponde à firmeza na saída da câmara (■). Letras iguais, na vertical, indicam que as médias de ambiente simulado em cada tempo de ambiente refrigerado não diferem entre si ($p > 0,05$).

Na análise multivariada da cor da epiderme, a variável luminosidade (L^*) não apresentou correlação com as demais variáveis que justificasse sua inclusão nos componentes principais. Para as quatro demais variáveis a^* , b^* , ângulo *Hue* e C^* foram considerados os dois primeiros componentes principais CP1 e CP2, explicaram 100, 99 e 99% da variação total da cor nos frutos da primeira, segunda e terceira colheitas, respectivamente. A partir disso é possível verificar que os primeiros dois componentes são responsáveis pela maior parte da variação da distribuição dos dados, sendo o CP1 responsável pela maior carga.

A Figura 12 mostra a distribuição dos escores de cada data de colheita DC1 (A), DC2 (B) DC3 (C) ao longo do armazenamento refrigerado e ambiente simulado em relação aos atributos de cor. As avaliações de cada período estão representadas pelos números (0, 20, 40, 60, 80, 100 e 120 dias) correspondentes aos diferentes períodos de refrigeração, seguidos de (0, 3 e 6 dias) referentes ao ambiente simulado. O posicionamento dos tratamentos permite compará-los em relação aos termos descritos, onde tratamentos mais próximos entre si são semelhantes e os mais distantes, mais distintos.

Na data de colheita DC1 (Figura 12A), o primeiro grupo é composto pelos frutos avaliados inicialmente, aos três e seis dias sem prévia refrigeração; 20 40 e 60 dias de refrigeração e seguidos de três e seis dias em ambiente simulado, o que pode se afirmar que os tratamentos são similares quanto às alterações na coloração da epiderme. O segundo grupo, localizado na parte inferior do gráfico, revela as maiores alterações na cor da epiderme dos frutos, em relação aos valores iniciais, ao longo da refrigeração e é formado pelos tratamentos de 100 dias de refrigeração seguidos de três e seis dias em ambiente simulado e 120 dias de refrigeração seguidos de três dias de ambiente simulado.

Com relação aos frutos da data de colheita DC2 (Figura 12B), o primeiro grupo formado foi constituído pelos avaliados inicialmente, aos três e seis dias sem prévia refrigeração; 20, 40, 60 e 80 dias de refrigeração e seguidos de três e seis dias em ambiente simulado para os tratamentos. O segundo grupo, foi constituído pelos demais tratamentos e apresentaram as maiores alterações na cor da epiderme dos frutos ao longo da refrigeração e do ambiente simulado.

Já os frutos da data de colheita DC3 (Figura 12C), o grupo na parte inferior ao gráfico é formado pelos tratamentos avaliados inicialmente, aos três e seis dias sem prévia refrigeração; 20 e 60 dias de refrigeração e seguidos de três dias em ambiente simulado, o que pode se afirmar que os tratamentos são semelhantes quanto às alterações na coloração da epiderme. O grupo na parte superior do gráfico revela alterações da cor em relação ao primeiro grupo sendo compostos pelos demais tratamentos.

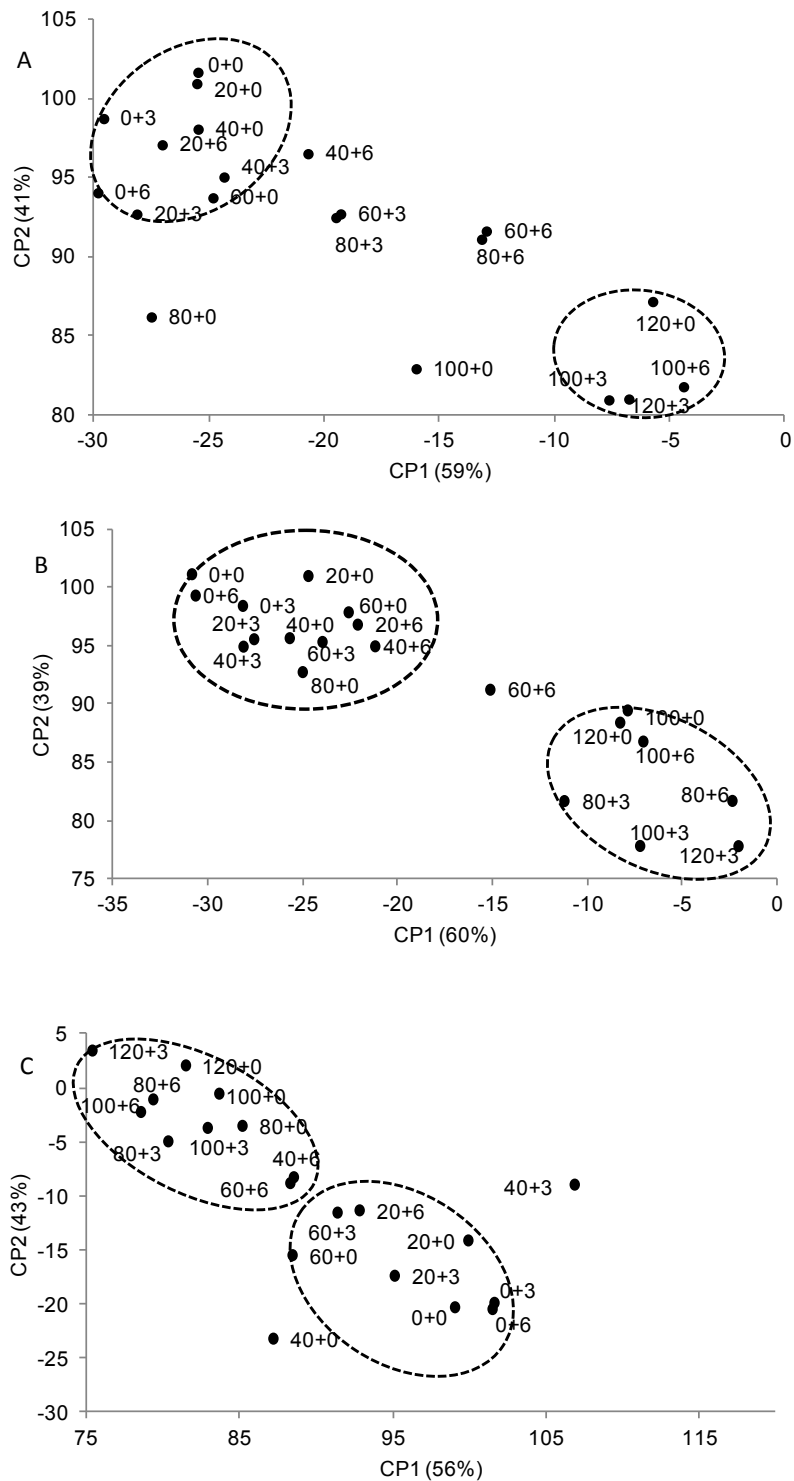


Figura 12 - Representação bidimensional dos tratamentos segundo os componentes principais CP1 e CP2 para características de cor de peras 'Packham's Triumph' colhidas em três datas (DC1=18/01/2010 (A), DC2=25/01/2010 (B) e DC3=01/02/2010 (C)) e mantidas por períodos de até 120 dias sob condições de 0 ± 1 °C e 90 ± 5 % UR e zero, três e seis dias em ambiente simulado (20 ± 1 °C).

Na tabela 3 observa-se que os valores iniciais de ângulo *Hue* foram de 109,09, 110,10 e 108,64 para DC1, DC2 e DC3, respectivamente. As diferenças em relação à tonalidade não foram suficientes para serem distinguidas pelo olho humano, que segundo ALMEIDA, (2004), deve ser superior a 2,5. Desta forma, a coloração da epiderme não é um bom indicativo para determinação de ponto de colheita para 'Packham's Triump'.

Observa-se pouca variação dos valores de ângulo *Hue* após três e seis dias em ambiente simulado, sem que os frutos fossem submetidos ao condicionamento por frio. Vale destacar também, que mesmo após 20 dias de armazenamento refrigerado e seis dias em ambiente simulado o valor do ângulo *Hue* para os frutos da DC1 não apresentaram mudança capazes de serem diagnosticadas pela visão humana. É verificada variação perceptível após os frutos permanecerem por 40 dias sob refrigeração seguidos de seis dias em ambiente simulado, nas três datas de colheita (Tabela 3). Após 80 dias de refrigeração, os frutos das datas de colheita DC1 e DC2 apresentaram valores próximos de ângulo *Hue*, enquanto que os frutos da data de colheita DC3 apresentaram valores inferiores, sendo maior que 2,5 e consequentemente, perceptível à visão humana.

Tabela 3 - Médias dos valores de ângulo *Hue* de peras 'Packham's Triumph' colhidas em três datas (DC1=18/01/2010, DC2=25/01/2010 e DC3=01/02/2010) e mantidas por até 120 dias sob armazenamento refrigerado (AR) a 0 ± 1 °C e 90 ± 5 % UR seguidos por três e seis dias em ambiente simulado (AS) (20 ± 1 °C)

Datas de colheita	Armazenamento refrigerado + ambiente simulado																			
	0+0	0+3	0+6	20+0	20+3	20+6	40+0	40+3	40+6	60+0	60+3	60+6	80+0	80+3	80+6	100+0	100+3	100+6	120+0	120+3
DC1	109,09	110,67	108,85	108,84	107,04	108,23	107,59	105,50	103,73	105,20	101,06	96,49	103,55	101,09	96,37	93,97	87,58	86,07	89,79	87,08
DC2	110,10	108,16	110,28	106,83	106,64	103,33	105,29	106,54	101,88	104,10	103,95	96,15	103,52	88,68	83,17	90,69	84,00	88,83	90,40	80,74
DC3	108,64	109,96	109,64	105,21	104,74	99,79	105,86	116,23	95,79	101,23	99,14	95,60	90,95	88,81	86,08	88,41	89,70	86,22	85,69	81,08

* O primeiro número equivale ao período de armazenamento refrigerado e o segundo refere-se ao período de ambiente simulado.

No momento da colheita, o índice de degradação do amido, para os frutos da DC1 foi de 4,29, sendo menor em relação aos valores obtidos nas colheitas posteriores (5,29 e 5,5 para DC2 e DC3, respectivamente). Após 40 dias de condicionamento por frio seguidos de três dias em ambiente simulado para DC1 e após 20 dias de condicionamento por frio seguidos de seis dias em ambiente simulado para DC2 e DC3, os frutos atingiram o valor máximo na escala de degradação do amido (10) (Dados não apresentados).

O teor de sólidos solúveis aumentou no transcorrer do período de refrigeração, tendo seus valores máximos preditos pelos modelos ajustados (Figura 13) para os frutos das diferentes datas de colheita. Observou-se valor máximo de sólidos solúveis aos 81 dias para peras DC1, 78 dias para DC2 e de 73 dias para peras DC3. A partir dos pontos máximos houve decréscimo no teor de sólidos solúveis, de maneira menos acentuada para os frutos da primeira e segunda colheitas e queda mais brusca nos frutos DC3, o que coincide com a elevação dos índices de degradação do amido. A elevação do teor de sólidos solúveis, provavelmente se deve à degradação dos polissacarídeos, favorecidos pela ação das amilases e fosforilases (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Apesar do aumento no teor de sólidos solúveis ao longo da refrigeração, as peras apresentaram redução ao final do período de armazenamento refrigerado, para os frutos das três datas de colheita, o que se deve, segundo Coutinho et al. (2003) ao início da senescência dos frutos e maiores gastos de suas reservas por meio da respiração.

Com relação ao teor de sólidos solúveis durante o período de manutenção em ambiente simulado, não houve diferença significativa para os frutos colhidos nas diferentes datas de colheita.

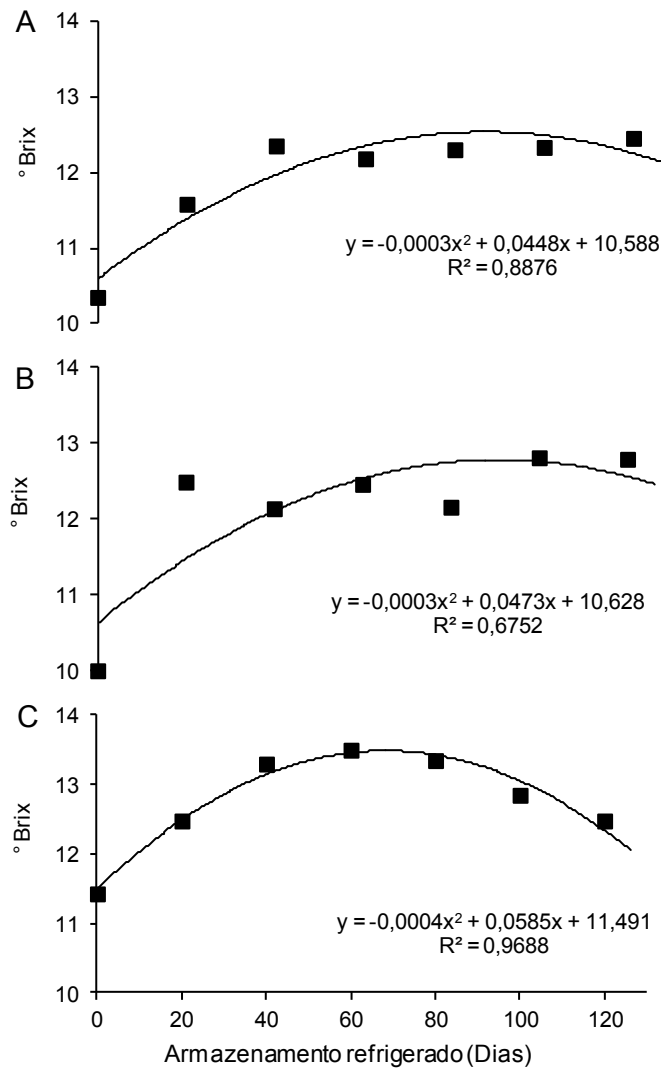


Figura 13 - Teor de sólidos solúveis de peras 'Packham's Triumph' colhidas em três datas (DC1=18/01/2010 (A), DC2=25/01/2010 (B) e DC3=01/02/2010 (C)) e mantidas por até 120 dias sob condições de 0 ± 1 °C e $90 \pm 5\%$ UR e seus respectivos modelos quadráticos ajustados aos dados.

Quanto ao pH não foi observada significância para nenhum dos fatores estudados, bem como para a interação entre eles. O valor médio do pH na colheita foi de 3,68, 3,63 e 3,49 passando para 3,66, 3,44 e 3,66 após 120 dias de armazenamento refrigerado, para DC1, DC2 e DC3, respectivamente (dados não apresentados). Resultados semelhantes foram encontrados por Parra-Coronado et al. (2006) estudando peras 'Triunfo de Viena' após 97 dias de armazenamento a 3 °C e Ribeiro et al. (2003) que avaliaram peras 'Rocha' provenientes de três datas de colheita armazenadas por 180 dias a 0 °C.

Com relação à perda de massa, observou-se aumento ao longo do armazenamento refrigerado nos frutos das diferentes datas de colheita (Figura 14). Apesar desse aumento nas três datas de colheita, apenas os frutos da DC1 atingiram o valor de 6% após 94 dias de armazenamento refrigerado, o que segundo Mahajan et al. (2010), compromete a aparência global do fruto, ocorrendo enrugamento na epiderme na região próxima ao pedúnculo. Apesar de ultrapassar 6% de perda de massa após 100 dias de armazenamento, as alterações puderam ser observadas somente após 120 dias de refrigeração seguidos de seis dias em ambiente simulado, para os frutos das três datas de colheita.

Os valores de perda de massa durante o período de ambiente simulado foram superiores após seis dias, sendo de 6,62, 5,64 e 4,87, intermediários após três dias 6,05, 4,55 e 4,63 e, inferiores 4,32, 3,21 e 2,76%, para os frutos das três datas de colheita DC1, DC2 e DC3, respectivamente.

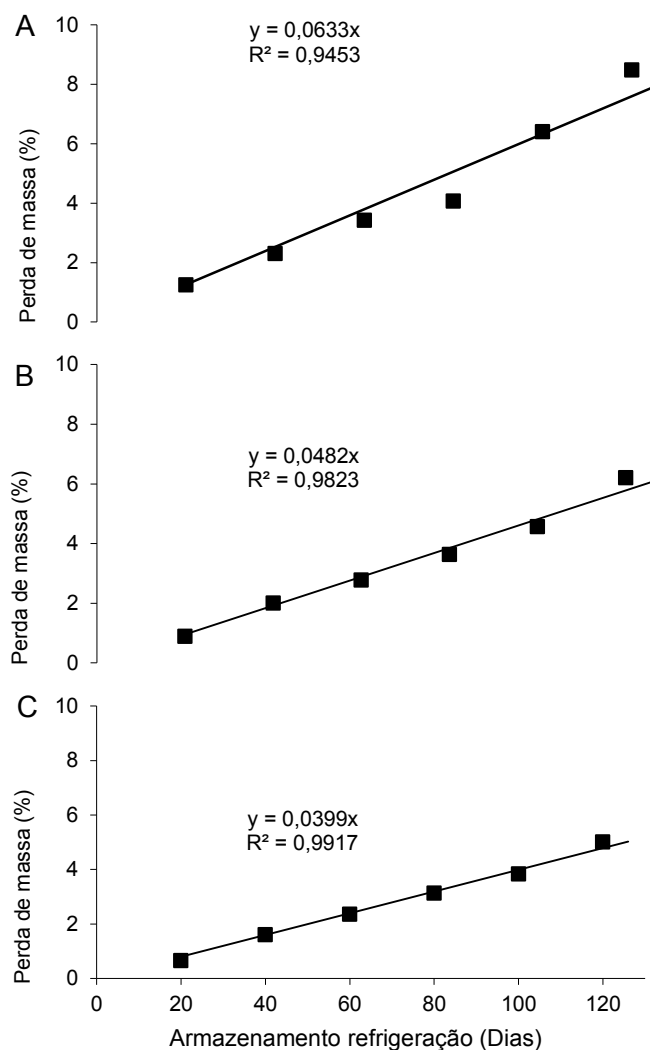


Figura 14 - Perda de massa de peras 'Packham's Triumph' colhidas em três datas (DC1=18/01/2010 (A), DC2=25/01/2010 (B) e DC3=01/02/2010 (C)) e mantidas por até 120 dias sob condições de $0 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR.

Os maiores valores de aceitabilidade (76,05 78,6 e 78,66) foram obtidos pelos frutos da data de colheita DC1 quando mantidos por 40 dias de armazenamento refrigerado seguidos de seis dias de ambiente simulado e pelos frutos DC2 e DC3 quando armazenados por 20 dias em baixa temperatura seguidos por seis dias em ambiente simulado, respectivamente (Figura 15). Foram observados valores baixos de aceitabilidade (entre 47,28 e 52,94) para os frutos das três datas de colheita quando os mesmos não foram submetidos ao condicionamento por frio e avaliados aos três e seis dias em ambiente simulado. Frutos avaliados ao término dos períodos de refrigeração foram avaliados negativamente, com valores entre 38,91 e 65,18, com exceção

dos frutos da DC3 avaliados após 120 dias de armazenamento refrigerado que obtiveram índice de 75,00 de aceitabilidade, isso se deve, provavelmente, ao baixo valor de firmeza observado nesse período (Figura 15).

Os maiores valores de aceitabilidade, segundo os provadores, estão relacionados à textura e ao sabor agradáveis e, principalmente a suculência, que ocorreu após 40 dias de armazenamento refrigerado seguidos de três dias de ambiente simulado, para os frutos provenientes da DC1 e para os frutos DC2 e DC3 após permanecerem por 20 dias em baixa temperatura seguidos de seis dias em ambiente simulado.

Com relação aos valores baixos de aceitabilidade, os provadores relataram que os frutos não submetidos às baixas temperaturas apresentavam-se firmes, sem sabor, adstringentes e imaturos. A baixa aceitação para essa condição ratifica a necessidade do condicionamento por frio para que ocorra a indução do amadurecimento (VILLALOBOS-ACUNÃ, 2011a; PREDIERI; GATTI, 2009; VILLALOBOS-ACUNÃ, 2011b). Além do condicionamento por frio para induzir o amadurecimento, a manutenção dos frutos em temperatura ambiente é necessária para que os frutos atinjam qualidade desejáveis para consumo, pois os provadores avaliaram negativamente os frutos avaliados imediatamente ao término dos períodos de refrigeração.

Os provadores, de maneira geral, relataram a adstringência da epiderme como sendo o principal fator negativo que comprometeu a qualidade geral de peras 'Packham's Triumph'.

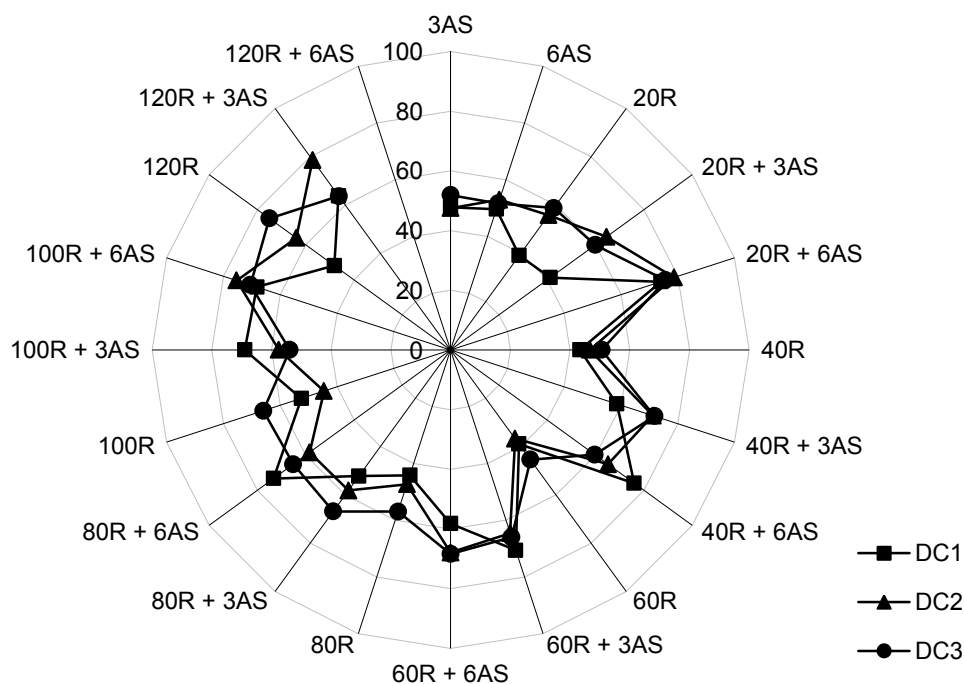


Figura 15 - Aceitabilidade de peras 'Packham's Triumph' colhidas em três datas (DC1=18/01/2010, DC2=25/01/2010 e DC3=01/02/2010) e mantidas por até 120 dias sob condições de 0 ± 1 °C e 90 ± 5 % UR e até seis dias em ambiente simulado (20 ± 1 °C).

A intenção de compra, realizada após os frutos permanecerem por 60 dias em baixas temperaturas e seis dias a 20 ± 1 °C revelou que 71% dos potenciais consumidores entrevistados comprariam as peras 'Packham's Triumph' por preço de mercado. Apenas 11% deles optaram pela compra caso fosse concedido 10% de desconto, 11% comprariam caso houvesse desconto de 30% e somente 7% dos consumidores não comprariam frutos mesmo com desconto. Os resultados indicam que a pera 'Packham's Triumph' apresenta elevada aceitação quanto a sua aparência global. Os entrevistados relataram positivamente a aparência, o tamanho e o formato. Com relação aos que não comprariam os frutos, a rejeição foi devida a cor verde da epiderme, já que os consumidores afirmaram que não estão habituados a esperar com que os frutos amadureçam após a compra. Neste mesmo período, por meio do teste de aceitabilidade, os provadores relataram que as amostras apresentavam suculência, maciez e adstringência. Apesar de estarem suculentas e macias, características comuns de peras Europeias, a adstringência da casca comprometeu a aceitabilidade. Não houve relatos relacionados ao aspecto

global indesejável dos frutos, o que demonstra que a cultivar 'Packham's Triumph' é uma boa alternativa para diversificação da fruticultura nacional.

O amadurecimento dos frutos, com base nos valores de firmeza, índice de degradação do amido e aceitabilidade, ocorreu após vinte dias em condições de baixa temperatura seguidos de seis dias de ambiente simulado para os frutos DC2 e DC3, enquanto que as peras DC1 necessitaram 40 dias de baixa temperatura e seis dias em ambiente simulado para apresentarem redução significativa da firmeza, apesar de apresentarem boa aceitação no teste sensorial. Nesses períodos, os valores de firmeza apresentaram redução significativa, o que conferiu características de frutos aptos para o consumo. Além da firmeza, a degradação do amido atingiu o índice máximo da escala (10), onde a maior parte do amido presente nos frutos foi convertida em açúcares simples, dando ao fruto características desejáveis para o consumo. Com relação à análise sensorial, os provadores atribuíram alta aceitabilidade após o tempo necessário de condicionamento por frio, o que indica que a indução do amadurecimento foi capaz de tornar os frutos aptos para o consumo.

Sugar & Biale (2009), demonstraram que a duração do condicionamento por frio necessário para induzir o amadurecimento em peras 'Comice' e 'Bosc' é influenciada pelo estágio de maturação no momento da colheita, onde frutos colhidos tardiamente necessitam de menores períodos de exposição às baixas temperaturas para que ocorra a indução do amadurecimento. Os resultados obtidos estão de acordo com Sugar & Biale (2009), uma vez que o amadurecimento de peras colhidas primeira data de colheita (DC1) ocorreu após 40 dias de manutenção em baixa temperatura seguidos de três dias em ambiente simulado, enquanto que os frutos colhidos posteriormente DC2 e DC3 necessitaram de 20 dias em baixa temperatura seguidos de seis dias de ambiente simulado para amadurecerem adequadamente.

Além da perda de massa, que comprometeu a aparência dos frutos após 120 dias de armazenamento refrigerado seguidos de seis dias em ambiente simulado, as lesões provocadas pelo dano mecânico comprometeram a aparência global do fruto tornando-o impróprio para comercialização. Outro fator que inviabilizou a comercialização foi o amolecimento excessivo dos frutos e que está relacionado à maior incidência de lesões na epiderme (MITCHAM et

al., 2001). Assim, peras 'Packham's Triumph' devem comercializadas, preferencialmente, quando armazenadas em baixa temperatura por até 100 dias seguidos de seis dias em ambiente simulado, para as diferentes datas de colheita.

3.5 Conclusões

Nas condições brasileiras as cultivares necessitam de diferentes períodos de condicionamento por frio para a indução do amadurecimento. Para as cultivares Abate Fetel e Rocha é necessário 20 dias de manutenção em baixa temperatura seguidos de seis dias em ambiente simulado para a indução e uniformização do amadurecimento. Para as peras 'Packham's Triumph', a uniformização do amadurecimento ocorre após 40 dias de manutenção em baixa temperatura seguidos de três dias em ambiente simulado para os frutos da primeira data de colheita DC1, enquanto que frutos colhidos posteriormente (DC2 e DC3) apenas 20 dias em baixa temperatura seguidos de seis dias de ambiente simulado são suficientes.

A qualidade dos frutos é alterada ao longo do armazenamento refrigerado, diferindo de acordo com o cultivar e data de colheita dos frutos. O tempo máximo de armazenamento para peras 'Abate Fetel' varia de 100 a 120 dias, e para peras 'Rocha' e 'Packham's Triumph', varia de 80 a 100 dias, de acordo com a data de colheita.

3.6 Referências bibliográficas

- AGAR, I.T.; BIASI, W.V.; MITCHAM, E.J. Exogenous ethylene accelerates ripening responses in William's pears regardless of maturity or growing region. **Postharvest Biology and Technology**, v.17, p.67-7, 1999.
- ALMEIDA, D. **Fisiologia das alterações de cor**. 2004. Disponível em: <<http://dalmeida.com/poscolheita/Cor1.pdf>>. Acesso em 30 de Abril de 2012.
- AYUB, R. A.; GIOPPO, M. A. Cultura da pereira. **II Encontro de Fruticultura dos Campos Gerais**. Ponta Grossa: UEPG, v.1. p.25-33, 2009.
- ANTONIOLLI, L.R. Peras: Perspectivas de produção e conservação pós-colheita. **Jornal da fruta**. p.4-5, Dez. 2011.

- AVELAR, M.L.; RODRIGUES, A.C. **Teste de regressão do amido em pera Rocha**. Estação Nacional de Fruticultura Vieira Natividade. Sector de Pós-Colheita e Conservação. Alcobaça, 1999, p. 4.
- BAIN, J.M. Some morphological, anatomical, and physiological changes in the pear fruit (*Pyrus communis* var. Williams) during development and following harvest. **Australian Journal Botanic**. v.9, n.2, p.99-123, 1961.
- BENÍTEZ, C.E. Maduración y cosecha de los frutos. IN: BENÍTEZ, C. E. et.al. **Peras y Manzanas: Factores que afectan la calidad de los frutos**. Buenos Aires: Ediciones INTA, p. 95-108, 2005.
- CZERMAINSK, A. C. Generalização de um índice de intensidade de infecção em experimentos de avaliação de doenças em plantas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.9, p.1545-1555, 1999.
- CHEN, P.M.; VARGA, D.M.; FACTEAU, T.J. Promotion of ripening of 'Gebhard' red 'd'Anjou' pears by treatment with ethylene. **Postharvest Biology and Technology**. v.12, p.213–220, 1997.
- CHITARRA, M. L. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças - Fisiologia e Manuseio**. Lavras: UFLA, 785p, 2005.
- COUTINHO, E.F. et al. Qualidade pós-colheita da pêra (*Pyrus communis* L.) cultivar Carrick, submetida a diferentes condições de armazenamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 3, p. 417-420, 2003.
- CRISOSTO, C.H.; CRISOSTO, G.M. Relationship between ripe soluble solids concentration (RSSC) and consumer acceptance of high and low acid melting flesh peach and nectarine [*Prunus persica* (L.) Batsch] cultivars. **Postharvest Biology and Technology**. v.38, p.239-246, 2005.
- FERREIRA, V.L.P.; ALMEIDA, T.C.A.; PETTINELLI, M.L.C.; SILVA, J.B.P.; BARBOSA, E. M. M. **Análise sensorial testes discriminativos e afetivos**. 1.ed. Campinas - SP: SBCTA, p.127, 2000.
- GARRIZ, P.J.; ALVAREZ, H.L.; COLAVITA, G.M. Growth pattern of 'Abate Fetel' pear fruit. **Acta Horticulture**. v.67, p.321–327, 2005.
- GERASOPOULOS, D.; RICHARDSON, D.G. Fruit maturity and calcium affect chilling requirement and ripening of 'd'Anjou' pears. **HortScience**, v.32, p.911–913, 2005.

- HANSEN, E.; MELLENTHIN, W.M.; 1979. **Commercial handling and storage practices for winter pears**. Oregon State University Agriculture. Expt. Sta. Spec. Rpt. 550p.
- HAWERROTH, F. J. et al. Multiplicação fotoautotrófica in vitro de pereiras 'Abate Fetel'. **Ciência Rural**, v.40, n.6, p.1439-1443, 2012.
- KADER, A.A. Fruit maturity, ripening, and quality relationships. **Acta Horticulture**. v.85, p.203-208, 1999.
- McGUIRE, R.G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, v.27, p.1254-1255, 1992.
- MOYA-LEÓN, M.A et al. 1-MCP treatment preserves aroma quality of 'Packham's Triumph' pears during long-term storage. **Postharvest Biology and Technology** v.42, p.185-197, 2006.
- MURAYAMA, H et al. Relationship between fruit softening and cell wall polysaccharides in pears after diferente storage periods. **Postharvest Biology and Technology**. v.26, p.15–21, 2003.
- PARRA-CORONADO, A.; HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, J.E.; CAMACHO-TAMAYO, J.H. Preharvest study of some physical and physiological properties of pear cv. Triunfo de Viena. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.28 p.55-59, 2006.
- PREDIERI, S.; GATTI, E. Effects of cold storage and shelf-life on sensory quality and consumer acceptance of 'Abate Fetel' pears. **Postharvest Biology and Technology** v.51, p.342-348, 2009.
- SCHLOTZHAVER, S. D.; LITTELL, R. C. **SAS: system for elementary statistical analysis**. 2.ed. Cory: SAS, 1997. 905p.
- SUGAR, D.; BASILE, S.R. Low-temperature induction of ripening capacity in 'Comice' and 'Bosc' pears as influenced by fruit maturity. **Postharvest Biology and Technology**, v.51, p.278-280, 2009.
- SUGAR, D.; EINHORN, T.C. Conditioning temperature and harvest maturity influence induction of ripening capacity in 'd'Anjou' pear fruit. **Postharvest Biology and Bechnology**, v.60, p.121-124, 2011.
- VILLALOBOS-ACUNÃ, M.G. et al. Effect of maturity and cold storage on ethylene biosynthesis and ripening in 'William's' pears treated after harvest with 1-MCP. **Postharvest Biology and Technology**, v.59, p.1-9, 2011.

VILLALOBOS-ACUNÃ, M.G.; BIASI, W.V.; MITCHAM, J.M.; HOLCROFT, D. Fruit temperature and ethylene modulate 1-MCP response in 'William's' pears. **Postharvest Biology and Technology**, v.60, p.17-23, 2011.

VICENTINI, V.B.; ALMEIDA, G.D.; ZUCOLOTO, M. Silicato de Cálcio e Benzotiadiazole na Proteção do Mamão contra Antracnose em Pós-Colheita. **Boletín de sanidad vegetal. Plagas**, v.35, n.1, p.131-137, 2009.

VILLALOBOS-ACUNÃ, M.G.; MITCHAM, J.M. Ripening of European pears: The chilling dilemma. **Postharvest Biology and Technology**, v.49, p.187-200, 2008.

4 CAPITULO 2 - ALTERNATIVAS PARA PROLONGAR O PERÍODO DE ARMAZENAMENTO E DIMINUIR A INCIDÊNCIA DE DISTÚRBIOS FISIOLÓGICOS EM PERAS 'WILLIAM'S'

Resumo: Diante dos prejuízos causados pelos distúrbios fisiológicos, objetivou-se no experimento 1 avaliar diferentes datas de colheita em relação ao potencial de armazenamento e diminuição da incidência de distúrbios fisiológicos e, o experimento 2 de verificar alternativas para o controle dos distúrbios fisiológicos por meio do uso de etanol, metil jasmonato e 1-MCP em peras 'William's'. No experimento 1 foram realizadas três colheitas em intervalos semanais, onde os frutos da primeira data de colheita (DC1) realizada em 25 de janeiro apresentaram firmeza de polpa de 70,75N, os da segunda (DC2) efetuada em 01 de fevereiro apresentaram firmeza de 59,03N e os da terceira colheita (DC3) realizada em 08 de fevereiro apresentaram valores de 62,28N. As peras foram avaliadas logo após a colheita, ou seja, sem o efeito de refrigeração e após 20, 40, 60, 80, 100 e 120 dias de manutenção sob baixa temperatura e após três e seis dias em ambiente simulado com temperatura de $20\text{ °C} \pm 1$. Os frutos da primeira data de colheita apresentaram menor incidência de distúrbio fisiológico e suportaram maior tempo de armazenamento refrigerado. O experimento 2 os frutos foram colhidos quando a firmeza atingiu 90N realizada no dia 28 de janeiro de 2011 e submetidos aos tratamentos: (T1) Controle: manutenção dos frutos em temperatura de $0 \pm 1\text{ °C}$; (T2) Metil jasmonato: os frutos foram expostos ao metil jasmonato por 24 horas a temperatura de $20 \pm 1\text{ °C}$ e concentração usada foi de 10^{-5} mol/L ; (T3) Etanol: os frutos foram expostos a álcool etílico durante 24 horas a temperatura de $20 \pm 1\text{ °C}$ na proporção de seis mL/kg de fruto e (T4) 1-MCP: frutos foram tratados por meio da exposição de 1-MCP durante 24 horas e armazenados a temperatura de $0 \pm 1\text{ °C}$ na concentração de 300 ppb. O tratamento com etanol foi capaz de manter a firmeza de polpa dos frutos ao longo do armazenamento refrigerado e reduzir a incidência de distúrbios fisiológicos, mas conferiu gosto residual ruim aos frutos. Além de controlar o distúrbio fisiológico e consequentemente possibilitar maior tempo de armazenamento refrigerado, os frutos submetidos ao 1-MCP apresentaram elevada aceitação pelos

provadores. O uso do 1-MCP também possibilitou o armazenamento dos frutos por até 120 dias sem incidência de distúrbio fisiológico.

Palavras-chave: *Pyrus communis* L., etanol, metil jasmonato, 1-MCP e aceitabilidade.

ALTERNATIVES FOR EXTENDING STORAGE PERIOD AND TO REDUCE INCIDENCE OF PHYSIOLOGICAL DISORDERS IN 'WILLIAM'S' PEARS

Abstract: Because of the damage caused by physiological disturbances, the objective of the experiment 1 was to evaluate different harvest dates in relation to storage potential and reduction in the incidence of physiological disorders, and the experiment 2 had as objective to check alternatives for the control of physiological disorders by using ethanol, methyl jasmonate and 1-MCP in 'William's' pears. In experiment 1, three harvests were carried out at weekly intervals, where the fruits of the first harvest date (DC1) held on January 25th displayed pulp firmness of 70.75N, the fruits of the second harvest (DC2) carried out on February 1st showed pulp firmness of 59.03N and the fruits of the third harvest (DC3) held on February 8th had values of 62.28N. The pears were assessed immediately after harvest, i.e., with no cooling effect and after 20, 40, 60, 80, 100 and 120 days of maintenance under low temperature and after three and six days in a simulated environment at 20°C ± 1. The fruits of the first harvest date displayed a lower incidence of physiological disorders and endured longer in cold storage. In the experiment 2, fruits were harvested when pulp firmness reached 90N on January 28th, 2011 and submitted to the following treatments: (T1) control: maintaining fruit at 0 ± 1°C; (T2) Methyl jasmonate: the fruits were exposed to methyl jasmonate for 24 hours at 20 ± 1°C and the concentration used was 10⁻⁵ mol/L; (T3) Ethanol: fruits were exposed to ethanol for 24 hours at 20±1°C at a rate of six mL/kg of fruit and (T4) 1-MCP: fruits were treated by exposure of 1-MCP for 24 hours and stored at 0 ± 1°C at a concentration of 300 ppb. The ethanol treatment was able to maintain the firmness of the fruit pulp during refrigerated storage and to reduce the incidence of physiological disorders, but leaving a bad flavor in the fruit. Besides controlling the physiological disorder and enabling greater cold storage as a consequence, fruits submitted to 1-MCP showed high acceptance by the panel.

The use of MCP-1 has also enabled the storage of the fruit up to 120 days with no incidence of physiological disorders.

Keywords: Acceptability, ethanol, methyl jasmonate, 1-MCP and *Pyrus communis* L.

4.1 Introdução

Os distúrbios fisiológicos em peras são caracterizados pelo amolecimento e escurecimento da polpa e são responsáveis pela redução da qualidade dos frutos em pós-colheita (FRANCK et al., 2007). O escurecimento é devido à oxidação enzimática de compostos fenólicos pela polifenoloxidase para o-quinona, sendo esta muito reativa formando polímeros que conferem à polpa cor marrom (VILLALOBOS-ACUÑA; MITCHAM, 2008). De acordo com Franck et al. (2007), o termo distúrbio fisiológico é utilizado de maneira geral, pois existem diferentes formas e sintomas de escurecimento interno e externo da polpa que normalmente são descritos de forma distinta entre autores. Fu et al. (2007) descrevem como '*brown heart*' e '*core breakdown*' os distúrbios fisiológicos que ocorrem comumente em peras 'William's'. O *brown heart* se inicia na cavidade central e se estende para a polpa, ao contrário do *core breakdown*- que surge na polpa periféricamente e se dirige para a cavidade central. Após o dano se generalizar, não é possível identificar a região inicial e final da alteração enzimática, o que faz com que seja utilizado o termo distúrbio fisiológico de modo amplo (FRANCK et al., 2007).

Algumas cultivares de peras apresentam maior suscetibilidade à ocorrência dos distúrbios fisiológicos, dentre as quais se inclui a pera 'William's' (SUGAR; POWERS, 1994; TRINCHERO et al., 2004; YAZDANI et al., 2011).

Fatores pós-colheita que influenciam o desenvolvimento dos distúrbios fisiológicos foram estudados por Baritelle et al. 2001; Trinchero et al. 2004; Fu et al. 2007; Hernández-Sánchez et al. 2007; Yazdani et al. 2011; Mattheis & Rudell, 2011. Dentre os principais fatores pós-colheita destacam-se a duração e a temperatura de armazenamento refrigerado e o estágio de maturação no momento da colheita (FRANCK et al., 2007).

Alternativas podem ser usadas em pós-colheita para diminuir a intensidade dos distúrbios fisiológicos e prolongar o período de armazenamento. Dentre elas, destacam-se a colheita dos frutos com valores de firmeza de polpa

elevados, ou seja, colhidos precocemente (CRISOSTO et al., 1994), o uso de vapor de etanol (RITENOUR et al., 1997), metil jasmonato (ZHANG, et al., 2009; CAO et al., 2009) e 1-metilciclopropeno (1-MCP) (CALVO; SOZZI, 2004; EKMAN et al., 2004, FU, et al., 2007; VILLALOBOS ACUÑA et al., 2011).

Em geral, frutos colhidos tardiamente são mais susceptíveis aos distúrbios fisiológicos (FRANCK et al., 2007). Crisosto et al. (1994) realizaram duas colheitas de peras 'Ya Li' com intervalo de sete dias, onde os frutos da primeira colheita, ou seja, colhidos precocemente não apresentaram distúrbio fisiológico após serem armazenados por 28 dias a 0 °C e mantidos em ambiente com temperatura de 20 °C por sete dias. Em contrapartida, 100% dos frutos da segunda colheita apresentaram distúrbio fisiológico quando armazenados nas mesmas condições.

O vapor de etanol tem sido reportado como inibidor da síntese e da ação do etileno e conseqüentemente, promove a inibição do amadurecimento. Sua ação pode ser distinta conforme a cultivar, a maturidade do fruto, a sua concentração, e o modo e tempo de aplicação (RITENOUR et al., 1997). Em estudo realizado por Chervin et al. (2000) observou-se que o uso do vapor de etanol foi eficaz no controle de escaldadura superficial em maçãs. Da mesma forma, Pesis (2000) observou redução na incidência de injúria por frio em mangas e Bai et al. (2011) no escurecimento de cerejas. Ritenour et al. (1997) em estudo com peras 'William's', com o objetivo de retardar a amadurecimento e manter a firmeza da polpa, deixaram os frutos expostos a seis mL/kg de etanol por seis horas a 20 °C. Os autores verificaram que os frutos amadureceram normalmente sem apresentarem injúria devido ao tratamento, no entanto, a firmeza não foi afetada, apresentando o mesmo comportamento em relação aos frutos controle.

O metil jasmonato é utilizado em pós-colheita de frutos por promover a biossíntese de metabólitos secundários e prevenção de distúrbios fisiológicos (CREELMAN; MULLET, 1997). Cao et al. (2009) avaliaram ação do metil jasmonato quanto a capacidade de manutenção de açúcares, de ácidos orgânicos, de compostos fenólicos, de carotenoides, de flavonoides e da atividade antioxidante em nêspas ao longo do armazenamento refrigerado e concluíram que o tratamento com metil jasmonato reduziu a incidência de injúrias, o que possibilitou a manutenção do aspecto global. Zhang et al.

(2009), em estudos com metil jasmonato em peras, verificaram que o seu uso foi promissor no controle de mofo cinzento e na redução da senescência. Os mesmos autores sugeriram que novas pesquisas sejam realizadas a fim de investigar a eficiência na indução da resistência, retardamento da senescência e melhoria da qualidade por meio da indução de compostos formados pelo metabolismo secundário e manutenção da capacidade antioxidante.

O 1-metilciclopropeno (1-MCP) é um inibidor da ação do etileno e tem sido utilizado para prolongar o período de armazenamento dos frutos e reduzir a ocorrência de distúrbios fisiológicos (BLANKENSHIP et al., 2003). Os benefícios do 1-MCP em relação à menor incidência de distúrbios fisiológicos estão associados à manutenção da capacidade antioxidante, bem como à inibição da ação do etileno, redução da taxa de respiração e manutenção da firmeza (CALVO; SOZZI, 2004; EKMAN et al., 2004; FU, et al., 2007; VILLALOBOS-ACUÑA et al., 2011).

Os objetivos do presente trabalho foram:

Avaliar diferentes datas de colheita em relação ao potencial de armazenamento e diminuição da incidência de distúrbios fisiológicos em peras 'William's'.

Verificar alternativas para o controle dos distúrbios fisiológicos por meio do uso de vapor de etanol, metil jasmonato e 1-MCP em peras 'William's'.

4.2 Material e métodos

Peras 'William's' foram colhidas em pomar comercial localizado no município de São Francisco de Paula-RS, Brasil, nas safras de 2009-2010 e 2010-2011. As plantas estão enxertadas sobre marmeleiro 'Adams' e o sistema de condução do pomar é em líder central, com espaçamento de 0,5m entre plantas e 4,0m entre fileiras, totalizando 5000 plantas por hectare.

Os frutos foram pré-selecionados no campo quanto ao tamanho e à ausência de danos causados por pragas e/ou doenças. Em seguida, foram acondicionados em bandejas separadoras e essas em caixas plásticas vazadas, modelo CN-60 com capacidade de 60L e dimensões de 28x32x52 cm protegidas internamente por plástico polibolha, de forma a evitar possíveis danos mecânicos durante o transporte.

No Laboratório, as peras foram submetidas à nova seleção de forma a eliminar os frutos com qualquer tipo de defeito e homogeneizar o lote quanto ao calibre. Deste lote, foram obtidas as amostras para comporem as parcelas de dois experimentos, sendo o primeiro, safra de 2009-2010, para avaliar o potencial de armazenamento e incidência de distúrbio fisiológico em peras provenientes de diferentes datas de colheita e o segundo, safra 2010-2011, de apresentar alternativas para o controle de distúrbio fisiológico por meio do uso de etanol, metil jasmonato e 1-MCP.

4.2.1 Experimento 1 - Potencial de armazenamento e incidência de distúrbio fisiológico em peras provenientes de diferentes datas de colheita

Para iniciar o processo de colheita da safra de 2009-2010, realizou-se por aproximadamente um mês, o monitoramento da firmeza de 20 frutos colhidos a esmo no pomar. Foram realizadas três colheitas em intervalos semanais, onde os frutos da primeira data de colheita (DC1) realizada em 25 de janeiro apresentaram firmeza de polpa de 70,75N, os da segunda (DC2) efetuada em 01 de fevereiro apresentaram firmeza de 59,03N e os da terceira colheita (DC3) realizada em 08 de fevereiro apresentaram valores de 62,28N.

O experimento foi instalado usando o delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 7 x 3, com quatro repetições. Nas avaliações realizadas após a retirada dos frutos da câmara refrigerada, a repetição foi constituída por seis frutos e nas avaliações em ambiente simulado, a repetição foi de três frutos. Os níveis do primeiro fator foram sete períodos de manutenção dos frutos em câmara refrigerada sob condições de $0 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR (0, 20, 40, 60, 80, 100 e 120) e os do segundo fator foram três períodos de manutenção em temperatura ambiente simulada com temperatura de $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$ (zero, três e seis), de forma a simular o período e as condições normais de comercialização.

As análises estatísticas foram feitas separadamente, para cada data de colheita. Os dados das características físicas e químicas, tais como firmeza de polpa, teor de sólidos solúveis, pH e perda de massa foram submetidos à análise de variância. Conforme os resultados do teste F para efeitos principais e interação, efetuou-se análise de regressão polinomial para o período de

manutenção sob baixa temperatura e teste de Tukey para comparação dos tempos de ambiente simulado.

As cinco variáveis relativas às características de cor foram submetidas à análise de componentes principais (ACP), levando-se em consideração a correlação simples entre as suas médias para os tratamentos. A análise estatística foi executada com o SAS/STAT versão 9.2 (SAS Institute, 2008).

4.2.2 Experimento 2 - Alternativas para o controle de distúrbio fisiológico por meio do uso de etanol, metil jasmonato e 1-MCP

A fim de testar novas alternativas para o controle de distúrbios fisiológicos ocorridos na safra 2009-2010 e não solucionados de forma eficiente pelas diferentes datas de colheita (experimento 1), os frutos foram colhidos quando a firmeza de polpa atingiu 90N, sendo superior à primeira data de colheita (DC1) realizada na safra anterior. Optou-se pela colheita precoce em decorrência da menor incidência de distúrbios fisiológicos e maior tempo de armazenamento observado nos frutos da primeira data de colheita. A colheita foi realizada no dia 28 de janeiro de 2011.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso em esquema fatorial (11x4) onde o primeiro fator formado por onze níveis de armazenamento refrigerado juntamente com ambiente simulado (30 dias + 0 dias; 30 dias + 5 dias; 60 dias + 0 dias; 60 dias + 5 dias; 90 dias + 0 dias; 90 dias + 5 dias; 120 dias + 0 dias; 120 dias + 5 dias; 150 dias + 0 dias, 150 dias + 5 dias e 180 dias + 5 dias) e o segundo fator foi formado por quatro produtos diferentes (controle ou ausência de produtos, Metil Jasmonato, Vapor de etanol e 1- MCP). Cada tratamento foi composto por quatro repetições e cada repetição continha seis frutos.

A aplicação dos produtos foi realizada seguindo os métodos descritos a seguir:

(1) Controle: os frutos foram mantidos em caixas plásticas hermeticamente fechadas com capacidade de 293L (Figura 1) por 24 horas em temperatura de 0 ± 1 °C;



Figura 1 - Caixa com capacidade de 293L utilizada para expor os frutos aos produtos 1-MCP, vapor de etanol e metil jasmonato.

(2) Metil jasmonato: os frutos foram expostos ao metil jasmonato por 24 horas a temperatura de 20 ± 1 °C. A concentração usada foi de 10^{-5} mol/L e utilizou-se caixas plásticas hermeticamente fechadas com capacidade de 293L;

(3) Vapor de etanol: os frutos foram tratados em caixas plásticas hermeticamente fechadas com capacidade de 293L mediante a exposição de etanol durante 24 horas a temperatura de 20 ± 1 °C. Utilizou-se álcool etílico PA 95% na proporção de seis mL/kg de fruto.

(4) 1-MCP: frutos foram tratados expondo-os ao 1-MCP durante 24 horas e armazenados a temperatura de 0 ± 1 °C. Utilizou-se 1-MCP SmartFresh® na concentração de 300 ppb em caixas plásticas hermeticamente fechadas com capacidade de 293L.

Imediatamente após o término do período de exposição aos produtos, realizou-se avaliação da qualidade dos frutos e o restante foi acondicionado em bandejas separadoras, e essas, colocadas em caixas idênticas às usadas na colheita, e armazenados em câmara fria com temperatura de 0 ± 1 °C e umidade relativa em torno de $90 \pm 5\%$ por até 180 dias.

Conforme os resultados do teste F para efeitos principais e interação utilizou-se o teste de Tukey para diferentes tratamentos ao longo do armazenamento refrigerado e ambiente simulado. Para o Teste de Diferença do Controle (Frutos controle), aplicou-se o teste t ao nível de 5% de

probabilidade entre os tratamentos a fim de verificar as possíveis diferenças entre eles.

A análise estatística foi executada com o SAS/STAT versão 9.2 (SAS Institute, 2008).

4.2.3 Avaliação de qualidade

A ocorrência de distúrbios fisiológicos foi determinada por meio da porcentagem de frutos com incidência de distúrbio em relação ao total dos frutos do tratamento.

A firmeza de polpa foi medida em ambos os lados na região equatorial de cada fruto, retirando-se uma pequena área da epiderme. Foi utilizado penetrômetro analógico (Mc Cornick, modelo FT327) com ponteira de 8mm, sendo os dados apresentados em Newton (N). A cor da epiderme foi obtida de forma individual na região equatorial dos frutos com colorímetro digital (Konica Minolta, modelo CR- 410), no sistema $L^* a^* b^*$. Para o ângulo *Hue* e a cromaticidade (C^*) utilizaram-se as fórmulas $\arctang(b^*/a^*)$ e $(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$, respectivamente (McGUIRE, 1992).

Para a obtenção do índice de degradação do amido, fatias transversais da parte mediana dos frutos foram parcialmente imersas em solução de iodo metálico 1,2% e iodeto de potássio 2,4%, durante dois minutos. Após esse período, as fatias foram mantidas por, aproximadamente, dez minutos em capela de fluxo de ar contínuo e classificadas segundo a escala de 1 a 10, proposta por Avelar et al. (1999), onde 1 representa o fruto com coloração escura e elevado teor de amido e baixo teor de açúcar e 10 representa cor clara e teor de amido quase nulo e elevada concentração de açúcares.

Para determinar a perda de massa fresca ao longo do tempo utilizou-se a fórmula: $PMF: \{(MFI - MFF) * 100 / MFI\}$ onde: PMF: Perda da massa fresca (%); MFI: Massa fresca inicial (g) e MFF: Massa fresca final (g).

Para medir o teor de sólidos solúveis e o pH foi utilizado o suco homogeneizado de todos os frutos de cada repetição. Para mensurar o teor de sólidos solúveis utilizou-se refratômetro digital (Atago, PR- 101 Pallet). O pH foi determinado em peagâmetro digital de bancada (Marconi, PA200). Na safra de 2010-2011 a acidez titulável foi determinada por titulação de 10mL de suco homogeneizado em 90mL de água destilada, com solução padronizada de hidróxido de sódio 0,1N até atingir pH 8,1 em potenciômetro (Marconi, PA 200)

(AOAC, nº 942.15, 2002). O resultado foi expresso em porcentagem de ácido málico.

Sensorialmente, as peras foram avaliadas quanto à aceitabilidade por no mínimo, 30 provadores não treinados, de ambos os sexos e com idade entre 18 e 65 anos. As peras foram fatiadas no momento do teste para evitar o escurecimento enzimático e, conseqüentemente, qualquer tipo de interferência na aceitação do produto. As amostras codificadas foram aleatorizadas e servidas aos provadores. A análise foi realizada de acordo com Ferreira et al. (2000), onde para a avaliação sensorial utilizou-se escala hedônica de 7 pontos, onde 1= desgostei muitíssimo, 2= desgostei muito, 3= desgostei, 4= não gostei, nem desgostei, 5= gostei, 6= gostei muito, 7= gostei muitíssimo. Além da escala, os provadores relatavam, em um espaço reservado, as características marcantes que eram percebidas no momento da avaliação sensorial. A partir da frequência das notas atribuídas pelos provadores às amostras de cada tratamento, foi calculado, por meio de método proposto por Czermainski (1999), um índice de aceitabilidade cuja amplitude é de 0, para nenhuma aceitabilidade a 100, para máxima aceitabilidade.

No experimento 2, além da análise de aceitabilidade, foi realizado o Teste de Diferença do Controle de acordo com Meilgaard et al. (1989; 1991). Esse teste visa verificar a existência de diferença entre as amostras em relação ao padrão (frutos controle) e estimá-la por meio da escala que varia de 0 (nenhuma diferença) a 9 (diferença muito grande). Da mesma forma que a análise sensorial, utilizou-se o índice proposto por Czermainski (1999) cuja amplitude é de 0, para nenhuma diferença a 100, para máxima diferença. Devido aos elevados valores de firmeza nas avaliações realizadas após as saídas do armazenamento refrigerado, optou-se por não submeter os frutos à análise sensorial.

As avaliações referentes aos pedúnculos foram realizadas por meio de descritores de visualização externa, variando de 0 a 4, onde: 0 (túrgido); 1 (desidratado na região de incisão); 2 (50% desidratado); 3 (90% desidratado) e 4 (100% desidratado). Quanto à flexibilidade foi utilizada escala variando de 1 a 4, sendo: 1 (firme); 2 (maleável); 3 (seco) e 4 (seco e quebradiço). À parte interna do pedúnculo, quando ainda verde se atribuiu o valor 1 e, quando marrom, o valor 2.

4.3 Resultados e discussão

4.3.1 Experimento 1 - Potencial de armazenamento e incidência de distúrbio fisiológico em peras provenientes de diferentes datas de colheita

Frutos colhidos precocemente (DC1) apresentaram menor incidência de distúrbios fisiológicos ao longo do armazenamento refrigerado e do ambiente simulado (Figura 2). O problema tornou-se evidente após vinte dias de armazenamento refrigerado, mas, no decorrer do armazenamento, houve aumento na incidência, que culminou em 100% dos frutos após 80 dias de armazenamento refrigerado seguidos de seis dias de ambiente simulado (Figura 2).

Na data de colheita DC3, mesmo antes de serem armazenados em baixa temperatura, 8% dos frutos apresentaram distúrbio fisiológico, após três dias em ambiente simulado. Nas datas de colheita DC2 e DC3, após seis dias de permanência em ambiente simulado, 58% dos frutos apresentaram distúrbio fisiológico. Após 40 dias de armazenamento refrigerado seguidos de seis dias em ambiente simulado, 100% dos frutos DC3 apresentaram distúrbio fisiológico. Esse fato se repetiu aos 60 dias de armazenamento refrigerado seguidos de três dias em ambiente simulado (Figura 2).

A incidência de distúrbio fisiológico nos frutos colhidos na DC2 foi menor quando comparada com os frutos da última colheita (DC3), entretanto 72% e 100% dos frutos apresentaram distúrbio fisiológico após 60 dias de armazenamento refrigerado seguidos de três e seis dias em ambiente simulado, respectivamente (Figura 2).

Os resultados encontrados estão de acordo com Crisosto et al. (1994) que afirmaram que frutos colhidos precocemente, apresentam menor incidência de distúrbio fisiológico, e como consequência, suportam maior tempo de armazenamento refrigerado. Bower et al. (2003) também verificaram que frutos colhidos precocemente, após permanecerem por 90 dias a temperatura de 0 °C seguidos de quatro dias em ambiente com temperatura de 20 °C, apresentaram apenas 2% de distúrbio fisiológico, enquanto que os frutos colhidos tardiamente apresentaram 58% de incidência de distúrbio fisiológico.

Os resultados obtidos também estão de acordo com Calvo (2004) que avaliou peras 'William's' na Argentina. O autor observou que os frutos colhidos quando a firmeza de polpa atingiu 81,63N e mantidos por 60 dias em

armazenamento refrigerado seguidos de sete dias em temperatura ambiente, apresentaram 80% de distúrbio fisiológico, enquanto que 100% dos frutos colhidos com firmeza de polpa de 68,79N estavam comprometidos, após 30 dias de armazenamento refrigerado seguidos de sete dias em temperatura ambiente.

A razão da ocorrência do distúrbio fisiológico ser maior em frutos colhidos tardiamente, segundo Franck et al. (2007), se deve, possivelmente, a redução da difusão do ar até o centro dos frutos. À medida que os frutos permanecem na planta, há uma tendência de aumento de tamanho e os mesmos tornam-se mais sujeitos ao distúrbio fisiológico, devido à maior distância a ser percorrida pelo ar até o centro do fruto. Essa falta de oxigenação no interior do fruto faz com que haja respiração aeróbica deficiente, ocasionando o desequilíbrio entre os processos oxidativos e redutores.

Frutos em estágio avançado de amadurecimento tendem a apresentar maior suscetibilidade a distúrbio fisiológico, pois apresentam redução de componentes que retardam o referido distúrbio, sendo eles, a diminuição da acidez e compostos fenólicos, que são responsáveis pela captura de radicais livres que causam danos às membranas celulares, tornando os frutos mais susceptíveis. A ocorrência de danos nas membranas e extravasamento de solutos nos espaços intercelulares limita o transporte de ar no interior da célula, dificultando o processo respiratório e causando a fermentação que ocasionará possivelmente, em maior suscetibilidade ao dano interno na polpa dos frutos (FRANCK et al., 2007).

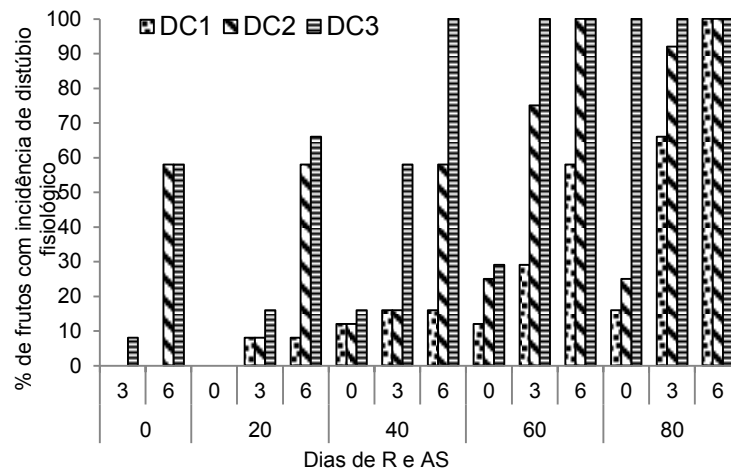


Figura 2 - Incidência de distúrbio fisiológico em peras ‘William’s’ colhidas em três datas de colheita DC1 (25/01/2010) e DC2 (01/02/2010) e DC3 (08/02/2010) e mantidas por até 80 dias de refrigeração (R) a 0 ± 1 °C e $90 \pm 5\%$ UR e seguidos de zero, três e seis dias em ambiente simulado (AS) (20 ± 1 °C).

Em relação à firmeza de polpa, a interação entre os fatores avaliados (armazenamento refrigerado e ambiente simulado) foi significativa ($p < 0,05$) nas diferentes datas de colheita (Figura 3).

Frutos colhidos na DC1, após três dias em ambiente simulado, não apresentaram mudanças significativas na firmeza de polpa em relação à avaliação inicial, mas, quando avaliados após seis dias, os frutos apresentaram redução significativa, mesmo antes de serem armazenados em baixa temperatura (Figura 3A). Para as datas de colheita seguintes (DC2 e DC3), três dias de permanência dos frutos em ambiente simulado foram suficientes para reduzir significativamente a firmeza de polpa (Figura 3B e 2C). A redução da firmeza de polpa pode ocorrer sem que os frutos sejam submetidos a condicionamento por frio, porém, segundo Agar et al. (1999) e Coutinho et al. (2003) certas cultivares apresentam redução da qualidade organoléptica.

Devido à alta incidência de distúrbio fisiológico, estabeleceu-se o descarte das repetições com mais de 50% de comprometimento dos frutos o que ocorreu nas diferentes datas de colheita. Por esse motivo, não constam todos os períodos de avaliações previstas na Figura 3.

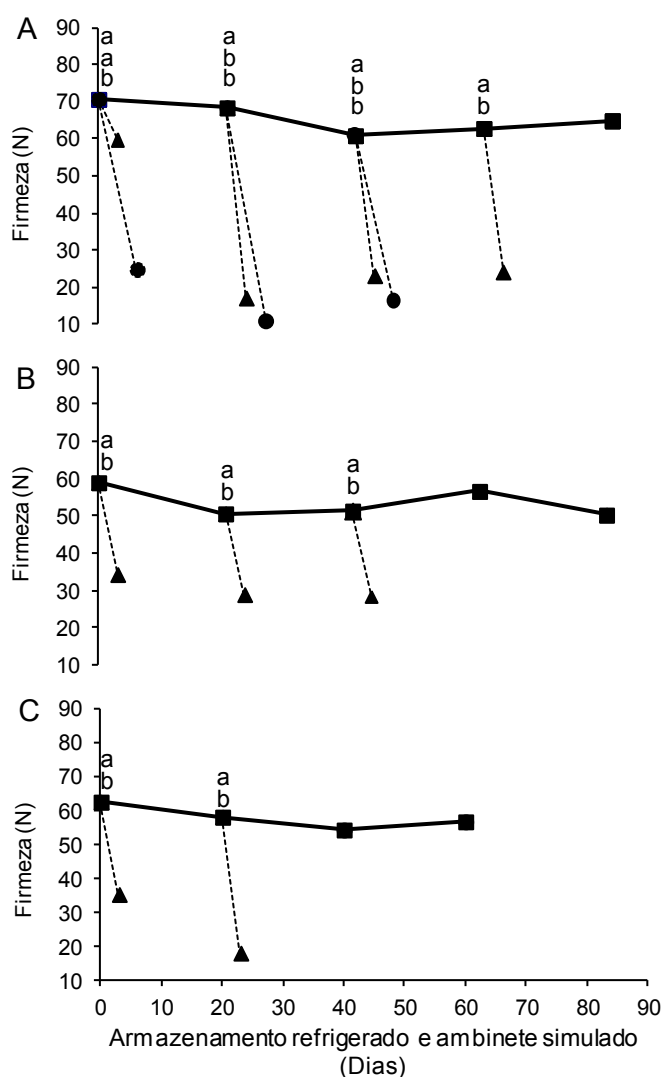


Figura 3 - Firmeza de polpa de peras 'William's' colhidas em três datas (DC1=25/01/2010 (A), DC2=01/02/2010 (B) e DC3=08/02/2010 (C)) e mantidas por até 80 dias a 0 ± 1 °C e 90 ± 5 % UR seguidos de zero, três (▲) e seis dias (●) em ambiente simulado (20 ± 1 °C). Letras iguais, na vertical, indicam que as médias de ambiente simulado em cada tempo de ambiente refrigerado não diferem entre si ($p > 0,05$).

O índice de degradação do amido, no momento da colheita, para os frutos da DC1 foi de 5,00 sendo inferior aos valores obtidos nas colheitas posteriores (7,05 e 8,54 para DC2 e DC3, respectivamente). Os frutos atingiram o valor máximo na escala de degradação do amido após vinte dias de condicionamento por frio, para as três datas de colheita.

A interação entre os fatores avaliados (armazenamento refrigerado e ambiente simulado) não foi significativa para os teores de sólidos solúveis dos

frutos oriundos das diferentes datas de colheita, por isso os fatores foram estudados isoladamente (Figura 4). Ajustaram-se modelos polinomiais para o teor de sólidos solúveis de frutos provenientes de DC2 e DC3, que apresentaram valores máximos após 38 e 40 dias de armazenamento refrigerado, respectivamente, e em seguida ocorreu redução dos teores para ambas as datas de colheita (Figura 4BC).

Em relação ao teor de sólidos solúveis avaliados no período de ambiente simulado, apenas os frutos da DC1 apresentaram diferença significativa nos três períodos estudados. Os frutos avaliados após a saída do armazenamento apresentaram valores inferiores (11,44), intermediários aos três dias (11,89) e superiores aos seis dias (12,13), por meio de teste de Tukey a 5% de probabilidade.

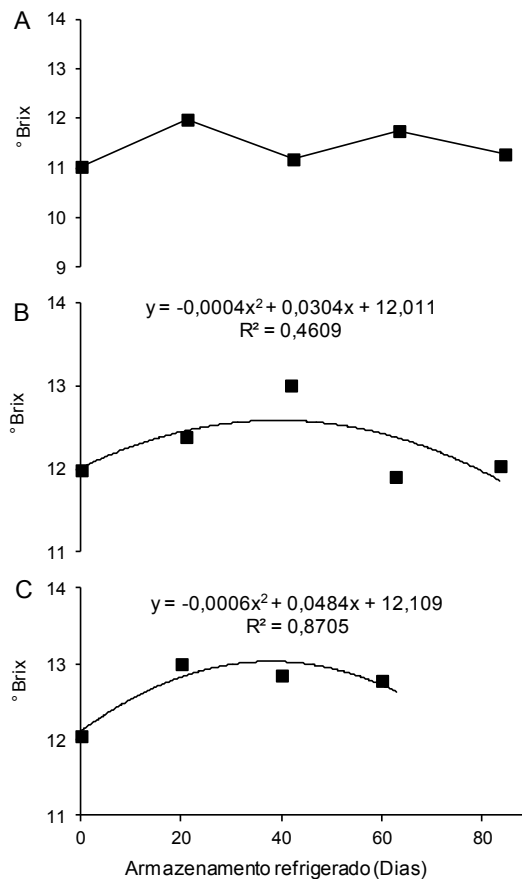


Figura 4 - Teores de sólidos solúveis de peras 'William's' colhidas em três datas (DC1=25/01/2010 (A), DC2=01/02/2010 (B) e DC3=08/02/2010 (C)) e mantidas por até 80 dias sob condições de 0 ± 1 °C e 90 ± 5 % UR e seus respectivos modelos quadráticos ajustados aos dados.

Da mesma forma que ocorreu com os teores de sólidos solúveis, a perda de massa não apresentou interação significativa entre os fatores avaliados (armazenamento refrigerado e ambiente simulado). No entanto, houve diferença significativa para as datas de colheita DC1 e DC2, onde foram ajustadas regressões lineares ao longo do armazenamento refrigerado (Figura 5).

Estima-se que a perda de massa dos frutos provenientes das datas de colheita DC1 e DC2, após 80 dias de armazenamento refrigerado foi de 2,87% e 5,78%, respectivamente (Figura 5A e B). A perda de massa sofrida pelos frutos das diferentes datas de colheita está dentro do limite de 6% descrito por Mahajan et al. (2010), para que não ocorram prejuízos à aparência global dos frutos. Essa porcentagem pode variar de acordo com a cultivar, onde algumas suportam maiores perdas de massa sem apresentar danos, enquanto outras com perdas de massa menores apresentam danos. No entanto, apesar de ter sido verificada perda de massa acima de 6%, os danos não se tornaram visíveis neste trabalho.

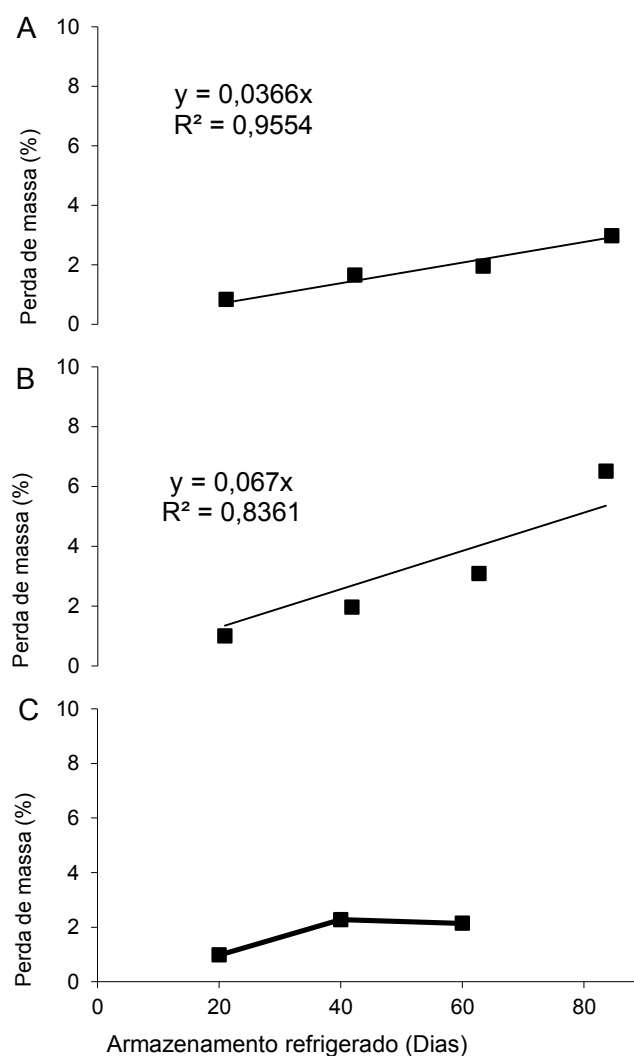


Figura 5 - Perda de massa de peras 'William's' colhidas em três datas (DC1=25/01/2010 (A), DC2=01/02/2010 (B) e DC3=08/02/2010 (C)) e mantidas por até 80 dias em temperatura de 0 ± 1 °C e 90 ± 5 % umidade relativa.

Como observado para os teores de sólidos solúveis e a perda de massa, não foi constatada interação significativa entre os fatores tempo de armazenamento refrigerado e período de ambiente simulado para a variável pH, nas diferentes datas de colheita. Também não se observou significância do atributo quando se avaliou os frutos ao longo do armazenamento refrigerado e de ambiente simulado e também quando avaliado isoladamente.

Os valores de pH variaram entre 3,47 e 3,93 para os frutos da DC1, 3,40 e 3,96 para DC2 e entre 3,84 e 4,06 para DC3 após os frutos permanecerem por 120 dias armazenados em baixa temperatura. Valores superiores foram encontrados por Parra-Coronado et al. (2006) estudando peras 'Triunfo de

Viena'. Ribeiro et al. (2003) observaram ao longo de 180 dias de avaliação, que o pH não sofreu alteração, da mesma forma que no presente trabalho.

Na análise multivariada de cor, as variáveis C^* , a^* e b^* não apresentaram correlação com as demais variáveis que justificasse sua inclusão nos componentes principais. Para as variáveis restantes, ângulo *Hue* e L^* foram considerados os dois primeiros componentes principais CP1 e CP2 que explicaram 91% das variações. A relação de dispersão entre CP1 e CP2, por data de colheita, é apresentada na Figura 6, onde as elipses indicam agrupamentos de tratamentos similares quanto aos atributos de cor. O posicionamento dos tratamentos permite compará-los em relação aos termos descritos, onde tratamentos mais próximos entre si são semelhantes e os mais distantes, mais distintos. Nota-se, pelos resultados da análise de agrupamento, a formação de três grupos de acordo com a alteração na cor dos frutos.

A distinção de cores, por meio da utilização de análise de componentes principais, caracterizou (elipses à direita) frutos nos estádios iniciais de amadurecimento e os que permaneceram por 20 dias em armazenamento refrigerado (Figura 6). No grupo formado pelos tratamentos que integram a elipse superior encontram-se os frutos das diferentes datas de colheita que foram avaliados após 40, 60 e 80 de refrigeração, o que indica que os frutos não sofreram alteração da cor. Em relação aos tratamentos agrupados na elipse inferior à esquerda, ocorreu mudança da cor devido à permanência dos frutos em ambiente simulado (Figura 6).

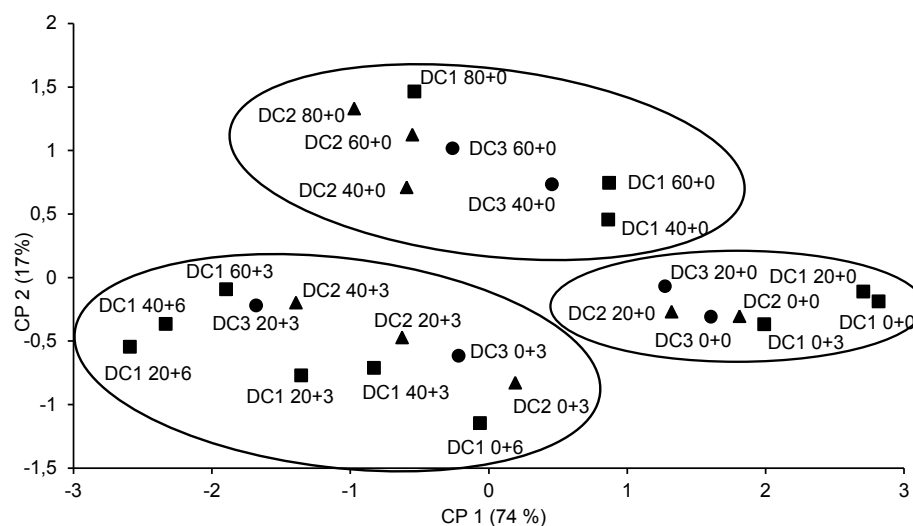


Figura 6 - Representação bidimensional dos tratamentos segundo os componentes principais CP1 e CP2 para características de cor de peras 'William's' colhidas em três datas (DC1=18/01 (A), DC2=25/01 (B) e DC3=01/02 (C)) e mantidas por períodos de até 80 dias sob condições de 0 ± 1 °C e 90 ± 5 % UR e zero, três e seis dias em ambiente simulado (20 ± 1 °C).

Os frutos colhidos nas DC2 e DC3 apresentaram valores de aceitabilidade superiores aos frutos da DC1 após três dias em ambiente simulado sem serem submetidos ao armazenamento refrigerado, sendo de 81,53, 79,12 e 67,82, respectivamente (Tabela 1). Os menores valores de aceitabilidade foram atribuídos para os frutos da data de colheita DC1 e de acordo com relatos dos provadores, devem-se à elevada firmeza e falta de sabor, o que são ratificados pelos maiores valores de firmeza e baixos de sólidos solúveis (Figura 3A e 4A). Portanto, ficou evidenciado que os frutos apresentavam-se imaturos, ou seja, com altos teores de amido e baixos teores de açúcares, não atendendo às exigências dos provadores.

Com relação aos maiores valores de aceitabilidade, os provadores atribuíram valores de 81,92 e 80,18 aos frutos da DC1 após serem armazenados em baixas temperaturas por 20 e 60 dias, seguidos de três dias de ambiente simulado, respectivamente (Tabela 1). De acordo com os registros dos provadores, os maiores valores devem-se à suculência, maciez e sabor, mas após 60 dias, houve relatos de que os frutos encontravam-se sobremaduros. Os frutos da DC2, após 40 dias de armazenamento refrigerado seguidos de três dias de ambiente simulado, apresentaram índice de 82,24 de aceitabilidade, período pelo qual os provadores relataram que os frutos

encontravam-se com boa textura e saborosos, mas algumas amostras apresentaram sabores ruins devido ao estágio avançado de maturação.

Os provadores avaliaram negativamente os frutos da DC3, após 20 dias de armazenamento refrigerado, que receberam o menor índice de aceitabilidade (58,93). Os provadores avaliaram os frutos com baixa qualidade devido ao fato de estarem sobremaduros e sem sabor. Benitez et al. (2005), relatam que frutos colhidos tardiamente ou que amadurecem na planta não expressam as características ideais das peras Europeias, ou seja, a polpa não se torna suculenta, apresentando-se farinácea.

Tabela 1 - Índice de aceitabilidade de peras 'William's' colhidas em três datas (DC1=25/01, DC2=01/02 e DC3=08/02) e mantidas por até 80 dias de refrigeração (R) 0 ± 1 °C e $90 \pm 5\%$ UR e até seis dias em ambiente simulado (AS) a $(20 \pm 1$ °C)

R	AS	DC1	DC2	DC3
0	3	67,82	81,53	79,12
0	6	72,16	*	*
20	0	74,70	76,70	58,93
20	3	81,92	75,13	75,23
20	6	*	*	*
40	0	69,21	59,74	68,68
40	3	69,44	82,24	*
40	6	71,73	*	*
60	0	66,63	68,19	70,50
60	3	80,18	*	*
80	0	68,21	63,81	*

* Devido à alta incidência de distúrbio fisiológico, quando atingiam mais de 50% de comprometimento dos frutos, os mesmos não foram submetidos ao teste de aceitabilidade.

4.3.2 Experimento 2 - Alternativas para o controle de distúrbio fisiológico por meio do uso de etanol, metil jasmonato e 1-MCP.

Os frutos submetidos aos diferentes tratamentos apresentaram menor incidência de distúrbios fisiológicos em relação à safra anterior, que somente foram constatados após 90 dias de armazenamento refrigerado (Figura 7).

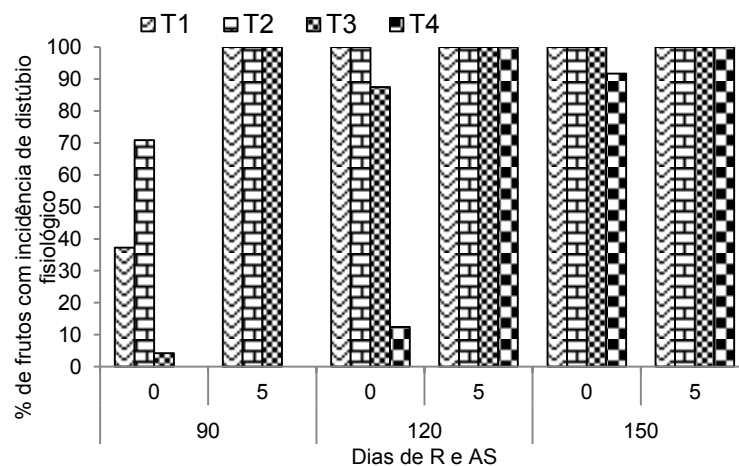


Figura 7 - Distúrbios fisiológicos em peras 'William's' após os frutos permanecerem por até 150 em refrigeração (R) 0 ± 1 °C e 90 ± 5 % umidade relativa e até cinco dias em ambiente simulado (AS) a $(20 \pm 1$ °C). T1 controle, T2 metil jasmonato (10^{-5} mol/L), T3 etanol (6 mL/kg frutos) e T4 1-MCP (300 ppb).

Os frutos de todos os tratamentos, quando mantidos por 90 dias de armazenamento refrigerado seguidos de cinco dias de ambiente simulado, apresentaram 100% de incidência de distúrbio fisiológico, com exceção do tratamento com 1-MCP (T4). Os frutos tratados com 1-MCP apresentaram distúrbios fisiológicos após 120 dias de armazenamento refrigerado em apenas 12,45%, sendo inferior aos demais tratamentos no mesmo período (Figura 8). Entretanto, após permanecerem por cinco dias em condições de ambiente simulado, a porcentagem chegou a 91,66%. O problema se acentuou no terceiro dia, portanto, recomenda-se que a comercialização seja feita até o terceiro dia, de preferência em comércio local.

Apesar das recomendações indicarem o mínimo 90 dias (BENÍTEZ, 2001) e máximo de 180 dias de armazenamento refrigerado com uso de 1-MCP em peras 'William's' (CALVO, 2004), de acordo com os resultados obtidos nesse experimento, armazenar os frutos por mais de 120 dias não seria recomendado, pois as perdas podem chegar a 100% dos frutos.

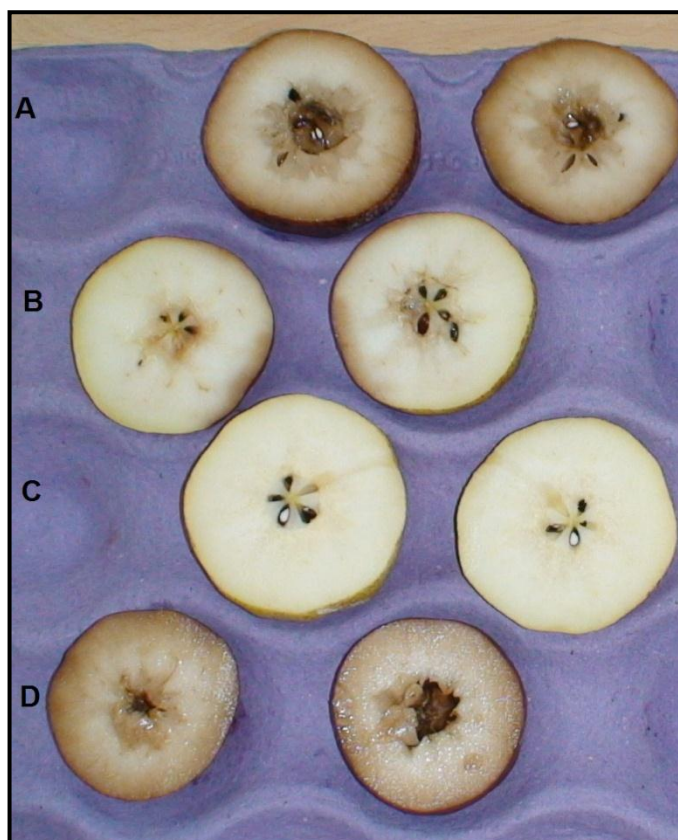


Figura 8 - Frutos de peras 'William's' após permanecerem em ambiente refrigerado por 120 dias com os devidos tratamentos A= metil jasmonato, B= vapor de etanol, C= 1-MCP e D= frutos controle.

Em relação à firmeza de polpa, não foram observadas alterações em nenhum dos tratamentos no dia subsequente à aplicação e também após 30 dias de armazenamento refrigerado (Figura 9). Após 30 dias de refrigeração, seguidos de cinco dias em ambiente simulado, os frutos tratados com metil jasmonato não diferiram do controle. Em contrapartida, os frutos tratados com 1-MCP apresentaram firmeza superior aos demais e os frutos tratados com etanol apresentaram valor de firmeza intermediário.

Frutos submetidos ao tratamento com etanol mantiveram firmeza superior aos frutos controle após 30 dias de armazenamento refrigerado seguidos de cinco dias de ambiente simulado. Os resultados do presente trabalho diferem dos obtidos por Ritenour et al. (1997) que não encontraram diferença na firmeza de polpa de peras 'William's' após utilizarem 6mL de etanol por kg de fruto, por seis horas. No entanto, no presente trabalho, o tempo de exposição foi superior (24 horas), o que pode justificar esta diferença.

O maior valor de firmeza obtido com a aplicação de etanol pode ser devido ao atraso do amadurecimento dos frutos. Bai et al. (2004) fazendo uso de vapor de etanol em maçãs na concentração de 5mL/kg de fruto, por 24 horas em temperatura de 20 °C, obtiveram redução de 20% na produção de etileno em relação aos frutos controle, após 14 dias a temperatura de 5 °C, resultando em maior firmeza dos frutos devido à menor produção de etileno e conseqüentemente, atraso do amadurecimento.

Em relação aos frutos submetidos ao tratamento com 1-MCP, além da menor incidência de distúrbios fisiológicos, sua firmeza foi superior a dos frutos dos outros tratamentos. Nos frutos tratados com 1-MCP, os sítios receptores de etileno das proteínas são ocupados pelo 1-MCP, impedindo a ação do etileno e aumentando a capacidade de armazenamento e manutenção da firmeza (TRINCHERO et al., 2004). Além de peras, o 1-MCP tem sido relatado para manter a firmeza de abacates, pinhas, mangas e mamões (HOFMAN et al., 2001).

Após 60 dias de armazenamento refrigerado seguidos de cinco dias de ambiente simulado, não houve diferença significativa entre os tratamentos para a firmeza, o que demonstra a uniformização do amadurecimento após esse período e que a capacidade de amadurecimento não foi afetada por qualquer dos tratamentos. Gamrasni et al. (2010) relataram que devido à alta sensibilidade das peras ao tratamento com 1-MCP, o período pós-tratamento para amadurecimento adequado é longo. A concentração e o tempo de exposição utilizados no presente trabalho reduziram a incidência de distúrbio fisiológico e promoveram o amadurecimento igual ao controle, após cinco dias em ambiente simulado.

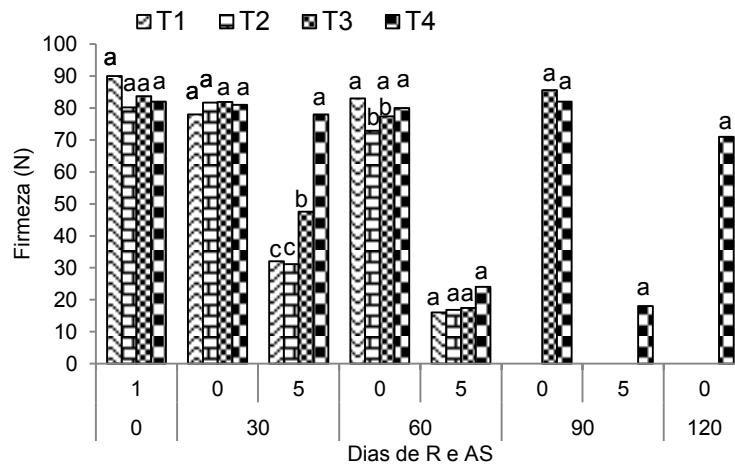


Figura 9 - Firmeza de polpa (N) em peras ‘William’s’ após os frutos permanecerem por até 120 dias em refrigeração (R) $0 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5 \text{ \%UR}$ e até cinco dias em ambiente simulado (AS) a $(20 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C})$. T1 controle, T2 metil jasmonato (10^{-5} mol/L), T3 etanol (6 ml/kg frutos) e T4 1-MCP (300 ppb). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os frutos tratados com 1-MCP e metil jasmonato não apresentaram diferença nos valores de acidez. Já os frutos submetidos ao etanol apresentaram os menores valores, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos (Figura 10). Frutos tratados com 1-MCP mantiveram a acidez titulável durante o período de armazenamento refrigerado, o que se deve ao atraso no processo de amadurecimento. Resultados semelhantes foram observados por Trincherro et al. (2004) em peras ‘William’s’ e por Fan et al. (2002) em pêssegos tratados com 1-MCP.

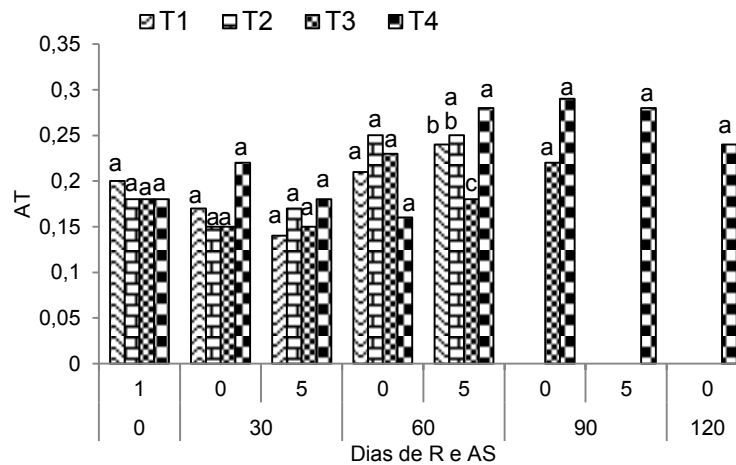


Figura 10 - Acidez titulável em peras 'William's' após os frutos permanecerem por até 120 dias em refrigeração (R) 0 ± 1 °C e 90 ± 5 % UR e até cinco dias em ambiente simulado (AS) a $(20 \pm 1$ °C). T1 controle, T2 metil jasmonato (10^{-5} mol/L), T3 etanol (6 ml/kg frutos) e T4 1-MCP (300 ppb). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Constatou-se que houve diferenças entre os tratamentos quanto à perda de massa após 60 dias de armazenamento refrigerado (Figura 11). Os frutos tratados com 1-MCP, metil jasmonato e etanol foram os que apresentaram menor perda de massa, mas quando comparados ao controle apenas os frutos tratados com 1-MCP apresentaram diferença significativa. A possível causa, segundo Villalobos-acunã et al. (2011) e Mahajan et al. (2011), se deve à menor taxa de respiração, ocorrendo assim menor gasto energético e, conseqüentemente, menor perda de massa.

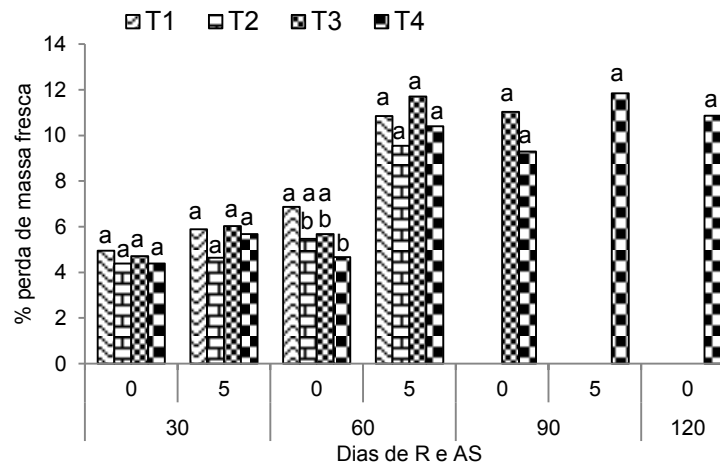


Figura 11 - Perda de massa em peras 'William's' após os frutos permanecerem por até 120 em refrigeração (R) 0 ± 1 °C e $90 \pm 5\%$ UR e até cinco dias em ambiente simulado (AS) a $(20 \pm 1$ °C). T1 controle, T2 metil jasmonato (10^{-5} mol/L), T3 etanol (6 ml/kg frutos) e T4 1-MCP (300 ppb). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Usando a análise de componentes principais, constatou-se que os componentes CP1 e CP2 explicaram 95% das variações totais da cor dos frutos dos diferentes tratamentos. As combinações de armazenamento refrigerado e ambiente simulado foram agrupadas visualmente de modo a destacar a similaridade entre os tratamentos, apresentados na Figura 12.

A distinção da cor por meio do agrupamento pelas elipses caracterizou os frutos nos estádios iniciais e após 30 dias de armazenamento refrigerado, cujos apresentavam coloração semelhante (elipses à direita). Na elipse central encontram-se os frutos dos diferentes tratamentos avaliados após 60 dias de refrigeração, com exceção dos frutos tratados com 1-MCP avaliados após 30 dias de armazenamento refrigerado e cinco dias em ambiente simulado. Já os frutos da elipse à esquerda referem-se aos que apresentaram as maiores variações da cor (Figura 12). Observa-se que mesmo após 30 dias de armazenamento refrigerado e cinco dias em ambiente simulado, frutos tratados com 1-MCP permaneceram na elipse central, diferentemente dos demais tratamentos, o que demonstra a manutenção da cor da epiderme nos frutos tratados com 1-MCP.

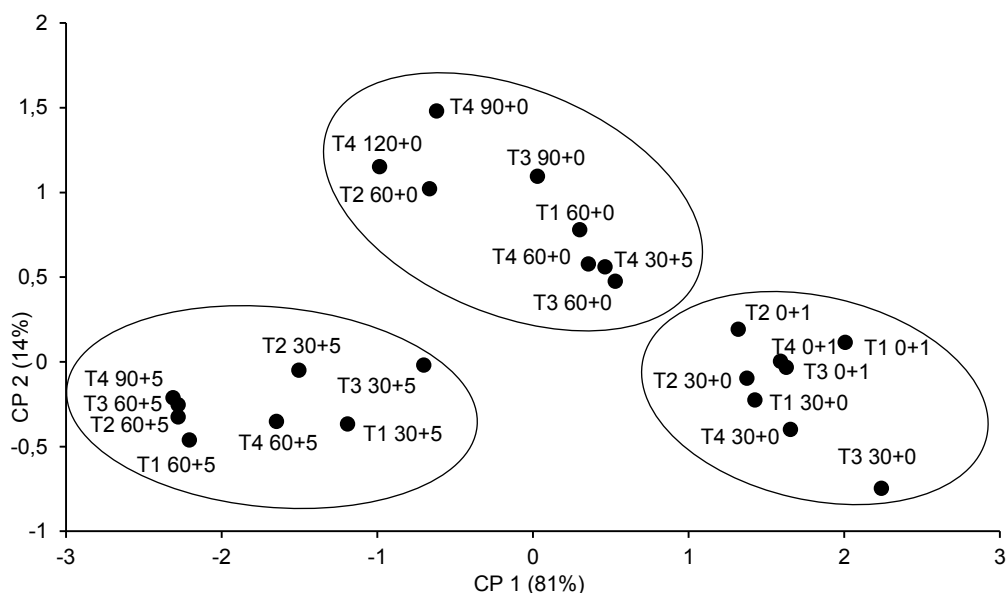


Figura 12 - Representação bidimensional dos tratamentos segundo os principais componentes principais CP1 e CP2 quanto aos valores de cor L^* e Hue , em peras 'William's' após os frutos permanecerem por até 90 em refrigeração (R) 0 ± 1 °C e $90 \pm 5\%$ UR e até cinco dias em ambiente simulado (AS) a $(20 \pm 1$ °C). T1 controle, T2 metil jasmonato (10^{-5} mol/L), T3 etanol (6 ml/kg frutos) e T4 1-MCP (300 ppb).

Não houve diferença significativa quanto aos teores de sólidos solúveis para os diferentes tratamentos (dados não apresentados). Da mesma forma que no presente trabalho, Calvo (2004), estudando as cultivares William's, Beurré D'Anjou e Packham's Triumph, e Trincherro et al. (2004), avaliando peras 'William's,' não observaram alterações no teor de sólidos solúveis após o uso de 1-MCP. Ritenour et al. (1997) fazendo uso de vapor de etanol também não observaram alteração no teor de sólidos solúveis em peras 'William's'.

Na avaliação realizada após a aplicação dos tratamentos, foi possível diagnosticar a desidratação do pedúnculo somente nos frutos submetidos ao tratamento de vapor de etanol. A principal alteração ocorreu no aspecto externo do pedúnculo, onde 92% deles estavam com aproximadamente 90% de sua superfície desidratada. Além disso, os pedúnculos, após 30 dias de armazenamento refrigerado, apresentaram escurecimento interno, passando de verde para marrom em 75% dos frutos e culminando na totalidade, após 90 dias de armazenamento refrigerado. Nos frutos submetidos ao tratamento com

1-MCP, os pedúnculos apresentaram menor desidratação e nos frutos tratados com metil jasmonato a desidratação foi semelhante ao controle.

Com relação ao teste de aceitabilidade, os frutos controle e os tratados com metil jasmonato, após serem armazenados por 30 dias seguidos de cinco dias em ambiente simulado, apresentaram redução da firmeza, o que lhes conferiu maciez e maior aceitação (Tabela 2). Para o mesmo período, frutos submetidos ao tratamento com vapor de etanol, além de estarem mais firmes, os provadores relataram a presença de sabores indesejáveis, que se acentuaram ao longo do período de armazenamento refrigerado. Os frutos submetidos ao tratamento com 1-MCP, avaliados após 30 dias de refrigeração seguidos de cinco dias em ambiente simulado, também foram avaliados negativamente devido à elevada firmeza, mas no decorrer da refrigeração, apresentaram crescente aceitação, culminando no maior índice (89,35) entre todos os tratamentos após 90 dias de armazenamento refrigerado seguidos de cinco dias de ambiente simulado (Tabela 2).

Para o Teste de Diferença do Controle, foi possível diagnosticar, após 30 e 60 dias de armazenamento refrigerado seguido de cinco dias em ambiente simulado, que os frutos tratados com vapor de etanol e 1-MCP apresentaram diferença significativa em relação aos frutos controle, após aplicação do teste t. De acordo com o relato dos provadores, os frutos submetidos ao vapor de etanol apresentaram polpa mais firme e sabor alcoólico, o que lhes conferiu gosto desagradável. Já os frutos tratados com 1-MCP apresentaram maior firmeza, coloração verde e sabor ligeiramente mais ácido. Convém destacar que mesmo não apresentando diferença em relação aos frutos controle, os frutos tratados com metil jasmonato apresentaram características desejáveis de qualidade, pois os provadores diagnosticaram melhoria no aroma nos frutos. Essa qualidade está de acordo com o trabalho de Cao et al. (2009) que observaram melhoria da qualidade de nêspersas após a aplicação de metil jasmonato, devido ao aumento de aromas.

Tabela 2 - Análise sensorial e Teste de Diferença do Controle (Frutos controle) dos diferentes tratamentos T1 controle, T2 metil jasmonato (10^{-5} mol/L), T3 etanol (6 ml/kg frutos) e T4 1-MCP (300 ppb) e seus respectivos tempos de refrigeração (R) e ambiente simulado (AS) no ano de 2011

R	AS	T1	T2	T3	T4
Teste aceitabilidade					
30	5	76,40	77,95	57,65	44,85
60	5	59,31	64,71	48,45	64,38
90	5	*	*	*	89,35
Teste de Diferença do Controle					
30	5	14,21	23,71	52,13	87,01
60	5	13,50	21,42	43,16	79,28

* Devido à alta incidência de distúrbio fisiológico, quando atingiam mais de 50% dos frutos de cada repetição, os mesmos não foram submetidos ao teste de aceitabilidade.

4.4 Conclusões

Peras 'Willians' colhidas na primeira data de colheita, com firmeza de polpa de 70,75N, puderam ser armazenadas em câmara fria a 0 ± 1 °C por 60 dias e apresentaram baixa incidência de distúrbio fisiológico (12,5%), sem apresentar perdas de qualidade organoléptica.

O tratamento com 1-MCP foi eficiente no controle do distúrbio fisiológico durante o período de armazenamento refrigerado de 120 dias e os frutos apresentaram elevada aceitação pelos provadores.

O tratamento com etanol manteve a firmeza de polpa dos frutos por até 90 dias e reduziu a incidência de distúrbios fisiológicos, entretanto, conferiu sabor alcoólico residual aos frutos, reduzindo a aceitabilidade pelos provadores.

4.5 Referências bibliográficas

- AGAR, I.T.; BIASI, W.V.; MITCHAM, E.J. Exogenous ethylene acceded rates ripening responses in William's pears regard less of maturity or growing region. **Postharvest Biology and Technology**. v.17 p.67–71, 1999..
- ALMEIDA, D. **Fisiologia das alterações de cor**. 2004. Disponível em: <<http://dalmeida.com/poscolheita/Cor1.pdf>>. Acesso em 30 de Abril de 2012.
- AOAC INTERNATIONAL. **Official methods of analysis of AOAC International**. Washington, 2002.

BAI, J.; PLOTTO, A.; SPOTT, R.; RATTANAPANOME, N. Ethanol vapor and saprophytic yeast treatments reduce decay and maintain quality of intact and fresh-cut wet cherries. **Postharvest Biology and Technology**. v.62, p.204-212, 2011.

BARITELLE, A. L.; HYDE, G. M.; FELLMAN, J. K.; VARITH, J. Using 1-MCP to inhibit the influence of ripening on impact properties of pear and apple tissue. **Postharvest Biology and Technology**. v.23, p.153-160, 2001.

BENÍTEZ, CELIA.E..Maduración y cosecha de los frutos. IN: BENÍTEZ, C. E. et.al. **Peras y Manzanas: Factores que afectan la calidad de los frutos**. Buenos Aires: Ediciones INTA, 2005. p.95-108.

BLANKENSHIP, S. M.; DOLE, J. M. 1-Methylcyclopropene: a review. **Postharvest Biology and Technology**. v.28, p.1-25, 2003.

CALVO, G.; SOZZI, G.O. Improvement of postharvest storage quality of 'Red Clapp's' pears by treatment with 1-methylcyclopropene at low temperatures. **Journal of Horticulture Science and Biotechnology**. v.79, n.6, p.930-934, 2004.

CAO, S.; ZHENG, Y.; YANG, Z.; WANG, K.; RUIA, H. Effect of methyl jasmonate on quality and antioxidant activity of postharvest loquat fruit. **Journal Science Food Agriculture**. v.89: p.2064–2070, 2009.

CHANJIRAKUL, K.; WANG,S.Y.; WANG, C.Y.; SIRIPHANICH, J. Natural volatile treatments increase free-radical scavenging capacity of strawberry and blackberries. **Journal Science Food Agriculture**. v.87, p.1463–1472, 2007.

CHERVIN, C., SPEIRS, J., LOVEYS, B., PATTERSON, B.D. Influence of low Oxygen storage on aroma compounds of whole pears and crushed pear flesh. **Postharvest Biology and Technology**.v.19, p.279–285, 2000.

CRISOSTO, C.H., GARNER, D., CRISOSTO, G.M., SIBBETT, G.S., DAY,K.R. Early harvest prevents internal browning in asian pears. **California Agriculture**. v. 48, p.17-19, 1994.

CRISOSTO, C.H., CRISOSTO, G.M. Relationship between ripe soluble solids concentration(RSSC) and consumer acceptance of high and low acid melting flesh peach and nectarine [*Prunus persica* (L.) Batsch] cultivars. **Postharvest Biology and Technology**. v.38, p.239–246, 2005.

CREELMAN, R.A. MULLET, J.E. Biosynthesis and action of jasmonate in plants. **Plant Physiology Plant Molecure Biology**. v.48, p.355–381,1997.

CZERMAINSK, A. C. Generalização de um índice de intensidade de infecção em experimentos de avaliação de doenças em plantas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.34, n.9, p.1545-1555, 1999.

EKMAN, J.H., CLAYTON, M., BIASI, W.V.; MITCHAM, E.J. Interaction between 1-MCP concentration, treatment interval and storage time for 'William's' pears. **Postharvest Biology and Technology**. v.31, p.127-136, 2004.

FAN, X.; MATTHEIS, J. P.; FELLMAN, J. K.; PATTERSON, M. E. Effect of methyl jasmonate on ethylene and volatile production by Summer red apples depend son fruit developmental stage. **Journal Science Food Agriculture**. v.45,p.208-211,1997.

FERREIRA, V.L.P.; ALMEIDA, T.C.A.; PETTINELLI, M.L.C.; SILVA, J.B.P.; BARBOSA, E. M. M. **Análise sensorial testes discriminativos e afetivos**. 1.ed. Campinas - SP: SBCTA, p.127, 2000.

FRANCK, C.; BEATENS, M.; LAMMERTYN, J.; NICOLI, B.M.; DAVEY, M.W. Vitamin C Mapping as a New Method to Investigate the Origin of Core Breakdown in 'Conference' Pears. **Acta Horticulture**. v.599, p.559-565, 2003.

FU, L.; CAO, Q.; LIN, L.; YING, W. Effect of 1-Methylcyclopropene on Fruit Quality and Physiological Disorders in Yali Pear (*Pyrusbretschneideri*Rehd.) During Storage. **Food Science and Technology International**. v.13, n.1, p.49-54, 2007.

HOFMAN, P. J.; JOBIN-DÉCOR, M.; MEIBURN, M.; MACNISH, G. F.; JOYCE, D. C. Ripening and quality responses of avocado, custard apple, mango and papaya fruit to 1-methylcyclopropene. **Australian Journal of Experimental Agriculture**.,v.41, p.567-572, 2001.

KONDO, S.; YAMADA, H.; SETHA, S. Effect of Jasmonates Differed at Fruit Ripening Stages on 1-Aminocyclopropane-1-Carboxylate(ACC) Synthase and ACC Oxidase Gene Expression in Pears. **Journal American Society Horticulture Science**. v.132, n.1, p.120–125, 2007.

MAHAJAN, B.V.C. SINGH, K.; DHILLON, W.S. Effect of 1-methylcyclopropeno (1-MCP) on storage life and quality of pear fruits. **Journal. Food Science Technology**. v.47, n.3, p.351-354, 2010.

MATTHEIS, M.; RUDELL, D. Responses of 'd'Anjou' pear (*Pyruscommunis* L.) fruit to storage at low oxygen set points determined by monitoring fruit

chlorophyll fluorescence. **Postharvest Biology and Technology**. v.60, p.125-129, 2011.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. 1.ed. Florida – USA: CRC Press, 1987. 283p.

McGUIRE, R.G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, v.27, p.1254-1255, 1992.

PESIS, E., AHARONI, D., AHARON, Z., BEN-ARIE, R., AHARONI, N., FUCHS, Y. Modified atmosphere and modified humidity packaging alleviates chilling injury symptoms in mango fruit. **Postharvest Biology and Technology**. v.19,p.93–101, 2000.

PREDIERI, S. E GATTI, E. Effects of cold storage and shelf-life on sensory quality and consumer acceptance of ‘Abate Fetel’ pears. **Postharvest Biology and Technology** v.51,p.342–348, 2009.

RITENOUR, M.A., MANGRICH, M.E., BEAULIEU, J.C., RAB, A., SALTVEIT, M.E., 1997. Ethanol effects on the ripening of climacteric fruit. **Postharvest Biology and Technology**. v.12, p.35–42, 1997.

SCHLOTZHAVER, S. D.; LITTELL, R. C. **SAS**: system for elementary statistic analysis. 2. ed. Cory: SAS, 1997. 905p.

SUGAR, D., POWERS, K.A. Maturity and storage performance of ‘William’s’ and ‘Sensation Red William’s’ pears. **HortScience**. v.29,p.18–19, 1994.

TRINCHERO, G.D., SOZZI, G.O., COVATTA, F.; FRASCHINA, A.A. Inhibition of ethylene action by 1-methylcyclopropene extends postharvest life of ‘William’s’ pears. **Postharvest Biology and Technology**. v.32, p.193-204, 2004.

VILLALOBOS-ACUNÁ, M.G.; MITCHAM, J.M. Ripening of European pears: The chilling dilemma. **Postharvest Biology and Technology**. v.49, p.187–200, 2008.

VILLALOBOS-ACUNÁ, M.G.; BIASI, W.V.; FLORES, S.; JIANG, C.Z. REID, S.M.; WILLITS, N.H.; MITCHAM, E. Effect of maturity and cold storage on ethylene biosynthesis and ripening in ‘William’s’ pear treated after harvest with 1-MCP. **Postharvest Biology and Technology**. v.59, p1-9, 2011.

ZHANG, H.; MA, L.; TURNER, M.; XU, H.; DONG, Y.; JIANG, S. Methyl jasmonate enhances biocontrol efficacy of *Rhodotorula glutinis* to postharvest blue mold decay of pears. **Food Chemistry**. v.117, p.621–626, 2009.

YAZDANI, N.; ARZANI, K.; MOSTOFI, Y.; SHEKARCHI.M. α -Farnesene and antioxidative enzyme systems in Asian pear (*PyrusserotinaRehd.*) fruit. **Postharvest Biology and Technology**. v.59, p.227–231, 2011.

5 CAPÍTULO 3 - EXTENSÃO DO PERÍODO DE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO DE PERAS 'ROCHA' E 'PACKHAM'S TRIUMPH' USANDO ATMOSFERA MODIFICADA

Resumo - Objetivou-se verificar a eficiência de atmosfera modificada para prolongar o período de armazenamento refrigerado em até 180 dias, seguidos de cinco dias sob condição de ambiente simulado, a fim de manter a aparência e a qualidade dos frutos de peras 'Rocha' e 'Packham's Triumph'. A colheita foi realizada no dia 25 de janeiro de 2011 para ambas e a firmeza de polpa foi de 67,61 e 74,69N para 'Rocha' e 'Packham's Triumph', respectivamente. Os frutos após serem selecionados foram divididos em dois lotes e submetidos aos tratamentos descritos a seguir: Controle: frutos foram dispostos em caixas plásticas vazadas, modelo CN-60 com capacidade de 60L e armazenados em câmara fria com temperatura de 0 ± 1 °C e umidade relativa em torno de $90 \pm 5\%$, por até 180 dias; Atmosfera modificada: os frutos foram mantidos em caixas plásticas vazadas de 60 L e revestidos com filme de polietileno de baixa densidade linear (100 μm) com aditivo BIF 1500 6 % (Bag it Fresh B.I.F. 1500, Magna Chemical Canada Inc.), por até 180 dias. O delineamento utilizado foi o inteiramente ao acaso. Cada tratamento constitui um experimento em esquema fatorial (7x2), sendo sete níveis de armazenamento refrigerado (0, 30, 60, 90, 120, 150 e 180) e dois níveis (zero e cinco) de ambiente simulado. Cada tratamento era composto por quatro repetições, sendo que em cada repetição continha seis frutos. Os atributos de qualidade avaliados foram firmeza de polpa, cor da epiderme, índice de degradação do amido, perda de massa fresca, teores de sólidos solúveis, pH, acidez titulável e aceitabilidade. A atmosfera modificada mostrou-se eficiente para retardar o amadurecimento, mantendo a cor e a firmeza durante 180 dias de refrigeração e, reduziu drasticamente a perda de massa, tanto para frutos de peras 'Rocha' e 'Packham's Triumph'. O uso de atmosfera modificada pode ser considerado com uma alternativa econômica, prática e de fácil acesso a todos os produtores, pois a conservação das frutas se dá em condições normais de refrigeração.

Palavras-chave: *Pyrus communis* L., absorvedor de etileno, aceitabilidade.

EXTENSION OF COOLED STORAGE PERIOD OF 'ROCHA' AND 'PACKHAM'S TRIUMPH' PEARS BY USING MODIFIED ATMOSPHERE

Abstract - The objective of this study was to check the efficiency of modified atmosphere to extend the period of cold storage up to 180 days, followed by five days under condition of simulated environment in order to maintain the appearance and fruit quality of 'Rocha' and 'Packham's Triumph' pears. Harvest was held on January 25th, 2011 for both cultivars and pulp firmness was 67.61 and 74.69N for 'Rocha' and 'Packham's Triumph' pears, respectively. After being selected, the fruits were divided into two plots and submitted to treatments described below: Control: fruits were placed in leaked plastic boxes, Model CN-60 with a capacity of 60L and stored in cold room at $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ and relative humidity around $90 \pm 5\%$ for 180 days; Modified atmosphere: the fruits were kept in leaked plastic boxes of 60 L and coated with polyethylene film of linear low density (100 μm) with additive BIF 1500 6% (Bag It Fresh B.I.F. 1500, Magna Chemical Canada Inc.), for up to 180 days. The experimental design was completely randomized. Each treatment was an experiment in factorial design (7x2), with seven levels of refrigerated environment (0, 30, 60, 90, 120, 150 and 180) and two levels (five and zero) of simulated environment. Each treatment consisted of four replicates and each replicate contained six fruit. The quality attributes evaluated were pulp firmness, skin color, rate of starch degradation, loss of fresh mass, soluble solids, pH, titratable acidity and acceptability. The modified atmosphere was effective for delaying ripening, keeping the color and firmness for 180 days of cooling and dramatically reduced the mass loss for both 'Rocha' and 'Packham's Triumph' pears. The use of modified atmosphere can be considered as an economical alternative, practical and easily accessible to all producers, for the conservation of fruits occurs in normal refrigeration.

Keywords: Acceptability, ethylene absorbers, *Pyrus communis* L.

5.1 Introdução

Peras Europeias apresentam deformações na epiderme devido à sua fragilidade, o que compromete a aparência, principalmente quando armazenadas em condições de baixas temperaturas e transferidas para

temperatura ambiente, tendo, por isso, vida útil muito curta no período de comercialização (NATH et al., 2011). O período excessivo de armazenamento refrigerado ocasiona perda na consistência da polpa, contribuindo para reduzir o período de oferta e a qualidade dos frutos (TUCKER, 1993).

Devido à fragilidade das peras é importante buscar alternativas para manter a qualidade durante períodos mais longos de armazenamento refrigerado (VILLALOBOS-ACUNÃ; MITCHAM, 2008). Dentre as alternativas pode ser mencionado o uso de embalagens modificadas, as quais passaram por mudanças significativas ao longo dos anos e incorporaram várias funções, além de simplesmente proteger os alimentos. Uma das funções é atuarem como barreira contra transpiração, evitando a perda de água dos frutos. As embalagens apresentam a vantagem de serem de baixo custo e de fácil manipulação. Adicionalmente, algumas embalagens apresentam aditivos capazes de remover o etileno ao redor do produto, aumentando o período de armazenamento, devido ao retardo no amadurecimento (AMARANTE et al., 2009; RISCH, 2009).

Nath et al. (2011) testaram diferentes espessuras de embalagens, com e sem perfurações em peras 'Lagoon' em ambiente simulado com temperatura de 20 °C e verificaram que embalagem sem perfuração e com 0,025 mm de espessura estendeu o tempo de armazenamento em até quinze dias. Os mesmos autores verificaram que as embalagens foram eficientes na redução da perda de massa, manutenção da firmeza, da cor e dos nutrientes presentes nos frutos.

O objetivo desse trabalho foi de verificar a eficiência da atmosfera modificada por meio do uso de embalagem plástica a fim de prolongar o período de armazenamento refrigerado e manter a aparência e a qualidade de peras 'Rocha' e 'Packham's Triumph'.

5.2 Material e métodos

Peras 'Rocha' e 'Packham's Triumph' foram colhidas em pomar comercial localizado no município de São Francisco de Paula-RS. As plantas são enxertadas sobre marmeleiro 'Adams' e o sistema de condução do pomar é em líder central. O espaçamento usado entre plantas é de 0,50m e 4,00m entre linhas, totalizando 5000 plantas/ha.

Antes de iniciar o processo de colheita, realizou-se, por aproximadamente um mês, o monitoramento da firmeza de 20 frutos colhidos a esmo no pomar, para definição do momento adequado da colheita. A colheita foi realizada no dia 25 de janeiro de 2011 para ambos as cultivares, estando a firmeza de polpa com valores médios de 67,61 e 74,69N para as peras 'Rocha' e 'Packham's Triumph', respectivamente.

A colheita foi considerada precoce, pois a firmeza de polpa recomendada para a colheita de frutos de 'Rocha' está compreendida na faixa de 63,7 a 53,9 N ANP (1997) e para 'Packham's Triumph' entre 69 e 74 N (BENITEZ et al. 2005). A escolha da data de colheita se deve também aos melhores resultados obtidos em safra anterior, com frutos colhidos com a referida firmeza.

Os frutos foram pré-selecionados no campo quanto ao tamanho e à ausência de danos causados por pragas e/ou doenças. Em seguida, foram acondicionados em bandejas separadoras e essas em caixas plásticas vazadas, modelo CN-60 com capacidade de 60L e dimensões de 28 x 32 x 52cm protegidas internamente por plástico polibolha para evitar possíveis danos mecânicos durante o transporte. No Laboratório, as peras foram submetidas à nova seleção para eliminar os frutos com qualquer tipo de defeito e homogeneizar o lote quanto ao calibre.

Os frutos foram divididos em dois lotes e submetidos aos tratamentos descritos a seguir:

(1) Controle: os frutos foram dispostos em bandejas separadoras e estas em caixas plásticas vazadas, idênticas às usadas na colheita, em seguida foram armazenados em câmara fria com temperatura de 0 ± 1 °C e umidade relativa em torno de $90 \pm 5\%$, por até 180 dias;

(2) Atmosfera modificada: os frutos foram dispostos em bandejas separadoras e estas em caixas plásticas vazadas, idênticas às usadas na colheita. Os frutos, já acondicionados nas bandejas, foram revestidos com embalagem filme de polietileno de baixa densidade linear (100 μ m) com aditivo BIF 1500 6% (Bag it Fresh B.I.F. 1500, Magna Chemical Canada Inc.), com dimensões de 1 metro de altura e 0,5 metros de largura, por até 180 dias, conforme Figura 1.



Figura 1 - Frutos da cultivar Rocha submetidas a atmosfera modifica.

O delineamento utilizado foi o inteiramente ao acaso. Foi usado o esquema fatorial (7 x 2), sendo sete níveis de armazenamento refrigerado (0, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias) e dois níveis (0, 5 dias) de ambiente simulado. Cada tratamento era composto por quatro repetições, onde cada repetição continha seis frutos.

As avaliações foram realizadas a cada 30 dias, totalizando sete avaliações durante o período de 180 dias em armazenamento refrigerado. Em cada avaliação, 48 frutos foram retirados da câmara-fria, sendo 24 avaliados imediatamente, e o restante transferido para câmara com temperatura de 20 ± 1 °C, sendo realizada nova avaliação aos cinco dias, a fim de simular as condições normais de comercialização.

Os atributos de qualidade avaliados foram perda de massa fresca, firmeza de polpa, cor da epiderme, índice de degradação do amido, teor de sólidos solúveis, pH, acidez titulável e aceitabilidade.

Para determinar a perda de massa fresca ao longo do tempo utilizou-se a fórmula: $PMF: \{(MFI - MFF) * 100 / MFI\}$ onde: PMF: Perda da massa fresca (%); MFI: Massa fresca inicial (g) e MFF: Massa fresca final (g).

A firmeza de polpa foi medida em ambos os lados na região equatorial de cada fruto, retirando-se uma pequena área da epiderme. Foi utilizado penetrômetro analógico (Mc Cornick, modelo FT327) com ponteira de 8 mm, sendo os dados apresentados em Newton (N).

A cor da epiderme foi obtida de forma individual na região equatorial dos frutos com colorímetro digital (Konica Minolta, modelo CR- 410), no sistema $L^* a^* b^*$. Para o ângulo *Hue* e a cromaticidade (C^*) utilizaram-se as fórmulas $\arctang(b^*/a^*)$ e $(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$, respectivamente (McGUIRE, 1992).

Para a obtenção do índice de degradação do amido, fatias transversais da parte mediana dos frutos foram parcialmente imersas em solução de iodo metálico 1,2% e iodeto de potássio 2,4%, durante dois minutos. Após esse período, as fatias foram mantidas por, aproximadamente, dez minutos em capela de fluxo de ar contínuo e classificadas segundo a escala de 1 a 10, proposta por Avelar et al. (1999), onde 1 representa o frutos com cor escura e com elevado teor de amido e baixo teor de açúcar e 10, representa frutos com cor clara e teor de amido quase nulo e elevada concentração de açúcares.

Para medida do teor de sólidos solúveis, pH e acidez titulável foi utilizado o suco homogeneizado de todos os frutos de cada repetição. Para mensurar o teor de sólidos solúveis utilizou-se refratômetro digital (Atago, PR- 101 Pallet), o pH foi determinado em peagâmetro digital de bancada (Marconi, PA200). A acidez titulável foi determinada por titulação de 10 mL de suco homogeneizado em 90 mL de água destilada, com solução padronizada de hidróxido de sódio 0,1 N até atingir pH 8,1 em potenciômetro (Marconi, PA 200) (AOAC, n° 942.15, 2002). O resultado foi expresso em porcentagem de ácido málico.

Sensorialmente, as peras foram avaliadas quanto à aceitabilidade por no mínimo, 30 provadores não treinados, de ambos os sexos e com idade entre 18 e 65 anos. As peras foram fatiadas no momento do teste, para evitar o escurecimento enzimático e, conseqüentemente, qualquer tipo de interferência na aceitação do produto. As amostras codificadas foram aleatorizadas e servidas aos provadores. Para avaliação sensorial, proposta de acordo com Ferreira et al. (2000), utilizou-se escala hedônica de 7 pontos, onde 1= desgostei muitíssimo, 2= desgostei muito, 3= desgostei, 4= não gostei, nem desgostei, 5= gostei, 6= gostei muito, 7= gostei muitíssimo. Ainda, a avaliação contou com um espaço reservado aos provadores para descrever as características marcantes. A partir da frequência das notas atribuídas pelos provadores às amostras de cada tratamento, foi calculado, por meio de método proposto por Czermainski (1999), um índice de aceitabilidade cuja amplitude é de 0, para nenhuma aceitabilidade a 100, para máxima aceitabilidade.

Além da análise de aceitabilidade foi realizado o Teste de Diferença do Controle de acordo com a metodologia de Meilgaard et al. (1989;1991). Este teste visa verificar a existência de diferença entre as amostras em relação padrão (Frutos controle) e estima-la por meio da escala variando de 0 (nenhuma diferença) a 9 (diferença muito grande).

Para verificar a aceitação com relação ao aspecto global dos frutos, os consumidores foram questionados quanto à disposição em adquirir peras com qualidade idêntica às amostradas, pelo valor de mercado. Caso não optassem pela compra no valor de mercado, eram indagados se comprariam com desconto de 10, 30 ou 50%, ou não comprariam, mesmo com desconto. Este questionário foi realizado após 180 dias de manutenção dos frutos em baixa temperatura, seguidos por cinco dias em condição de ambiente simulado.

As avaliações referentes aos pedúnculos foram realizadas por meio de descritores de visualização externa, variando de 0 a 4, onde: 0 = túrgido; 1 = desidratado na região de incisão; 2 = 50% desidratado; 3 = 90% desidratado e 4 = 100% desidratado. Quanto à flexibilidade, foi utilizada escala variando de 1 a 4, sendo: 1 = firme; 2 = maleável; 3 = seco e 4 = seco e quebradiço. A parte interna quando ainda verde se atribuiu o valor 1 e quando marrom, valor 2. As avaliações do pedúnculo estão correlacionadas com a desidratação e conseqüentemente com a perda de massa (BENITEZ et al., 2005).

Os dados dos atributos físicos e químicos, tais como firmeza de polpa, teor de sólidos solúveis, pH, acidez titulável e PMF foram submetidos à análise de variância. Conforme os resultados do teste F para efeitos principais e interação, efetuou-se análise de regressão polinomial para os períodos de manutenção sob baixa temperatura e teste de Tukey para comparação dos tempos de ambiente simulado. As cinco variáveis relativas às características de cor foram submetidas à análise de componentes principais (ACP), levando-se em consideração a correlação simples entre as médias dos tratamentos.

A análise estatística foi executada com o SAS/STAT versão 9.2 (SAS Institute, 2008).

5.3 Resultados e discussão

O uso da atmosfera modificada reduziu drasticamente a perda de massa ao longo do período de armazenamento, tanto para peras 'Rocha' como para

'Packham's Triumph', com valores de apenas 2,07% e 1,35%, respectivamente, após 180 dias de armazenamento refrigerado (Figura 2AC). Nos frutos controle a perda de massa foi progressiva ao longo do armazenamento refrigerado, atingindo 16,92% em peras 'Rocha' e 12,87% em 'Packham's Triumph', após 180 dias (Figuras 2B, 1D). As perdas ocorridas em ambiente simulado, nos diferentes períodos de avaliação, foram significativas com exceção de 30 dias de armazenamento refrigerado, para ambos as cultivares (Figura 2).

As perdas sofridas pelos frutos em atmosfera modificada, mesmo após 180 dias de armazenamento refrigerado seguidos de cinco dias em condição de ambiente simulado, não ultrapassaram 6% (Figuras 2A, 2C). Em contrapartida, frutos sem embalagem atingiram o valor de 6% de perda de massa após 58 dias de armazenamento refrigerado para a cultivar Rocha e após 72 dias para a Packham's Triumph (Figuras 2B, 2D). Segundo Mahajan et al. (2010) a perda de 6% de massa fresca leva ao comprometimento da aparência por meio da desidratação da região próxima ao pedúnculo. Os danos podem variar de acordo com diferentes cultivares, fato que se deve, provavelmente, às características intrínsecas dos frutos, principalmente da espessura da epiderme.

A menor perda de massa dos frutos submetidos à atmosfera modificada se deve, possivelmente, a redução da transpiração e pouca disponibilidade de oxigênio, diminuindo assim a respiração e, conseqüentemente, menor massa é convertida em energia. Os resultados estão de acordo com Nath et al. (2011) que estudando diferentes embalagens em peras 'Lagoon' obtiveram menor perda de massa com o uso de embalagens não perfuradas. Calvo (2002) verificou menor perda de massa em peras 'William's' devido à utilização de atmosfera controlada com níveis inferiores de oxigênio, o que acarretou a redução da respiração e, conseqüentemente, a menor perda de massa.

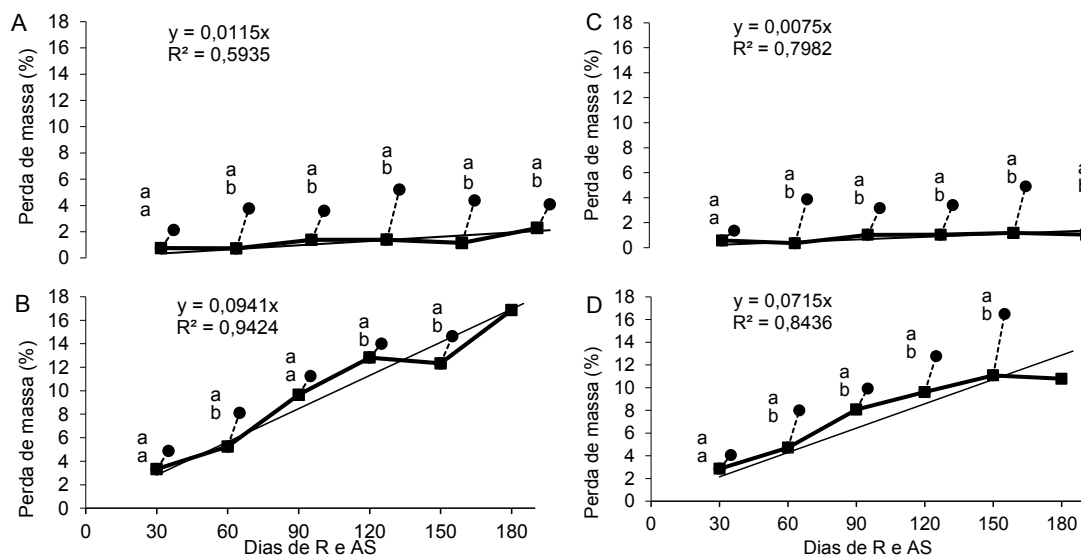


Figura 2 - Perda de massa em peras 'Rocha' em atmosfera modificada (A) e controle (B) e Packham's Triumph' em atmosfera modificada (C) e controle (D) mantidas por até 180 dias sob refrigeração (R) 0 ± 1 °C e $90 \pm 5\%$ UR seguidos cinco dias (●) em ambiente simulado (AS) (20 ± 1 °C). Letras iguais, na vertical, indicam que as médias de ambiente simulado em cada tempo de ambiente refrigerado não diferem entre si ($p > 0,05$).

No presente trabalho, verificou-se que a utilização de atmosfera modificada em até 180 dias, não ocasionou perda de massa suficiente para interferir no aspecto global dos frutos de ambas as cultivares (Figura 3). Peras 'Rocha', que não foram submetidas à atmosfera modificada, após permanecerem por 150 dias sob baixa temperatura, apresentaram 14,11% de perda de massa, que somada à perda sofrida após cinco dias em ambiente simulado, chegou a 15,64%, não havendo comprometimento do aspecto global dos frutos. No entanto, quando os frutos permaneceram por 180 dias em baixa temperatura, a perda de massa foi de 16,92% e os frutos apresentaram comprometimento do aspecto global (Figura 3). Frutos de peras 'Packham's Triumph' controle após permanecerem por 120 dias em temperatura de 0 ± 1 °C apresentaram 8,58% de perda de massa e 12,77% somando-se com a perda sofrida no ambiente simulado. Contudo, sua aparência não foi comprometida. Quando os frutos permaneceram por 150 dias armazenados em baixa temperatura, a perda foi de 10,73% e não houve comprometimento do aspecto global, entretanto, quando os frutos permaneceram por mais cinco dias em ambiente simulado, a perda atingiu 16,47% e os danos tornaram-se visíveis.

A perda de massa causa danos econômicos, tanto pela redução da qualidade dos frutos quanto pelo menor volume comercializado. Chitarra e Chitarra (2005) argumentaram que alguns frutos têm sua comercialização comprometida com perda de massa de apenas 4%, enquanto que outros são prejudicados efetivamente com perdas de massa acima de 7%. No presente trabalho, a atmosfera modificada minimizou a perda da massa dos frutos, garantindo um aspecto global satisfatório e maior volume a ser comercializado em relação aos frutos controle. Mesmo sem o uso da embalagem, o comprometimento do aspecto global ocorreu quando a perda de massa alcançou valores maiores que os citados por Chitarra e Chitarra (2005), o que se deve provavelmente ao comportamento diferenciado de cada cultivar.

Os frutos controle das cultivares Rocha e Packham's Triumph após 180 dias de armazenamento refrigerado, seguidos de cinco dias em ambiente simulado apresentaram perdas de massa que comprometeram a epiderme por meio de enrugamento e lesões por dano mecânico, que impediram a realização das análises físico-químicas e sensoriais.

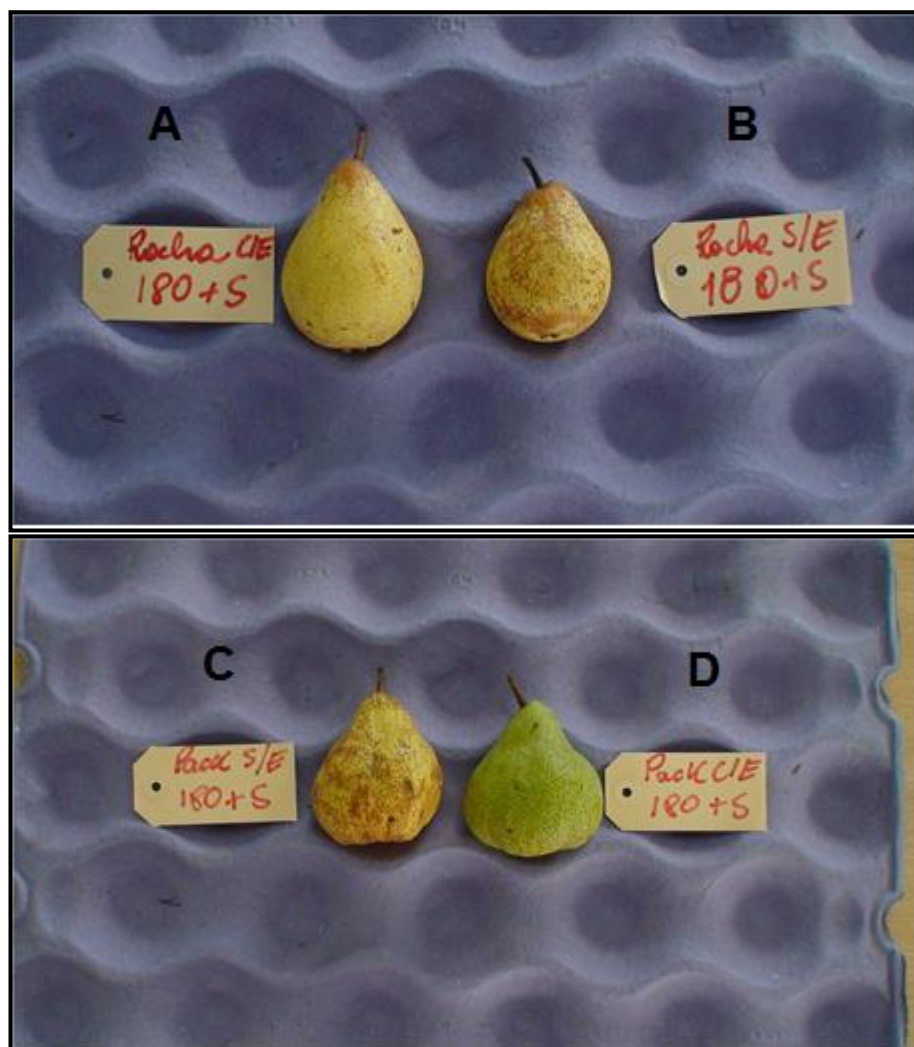


Figura 3 - Frutos de pera 'Rocha' com embalagem (A) e sem embalagem (B) e Packham's Triumph' sem embalagem (C) e com embalagem (D) mantidas por 180 dias sob condições a 0 ± 1 °C e $90 \pm 5\%$ umidade relativa e cinco dias em ambiente simulado com temperatura de 20 ± 1 °C e $90 \pm 5\%$ umidade relativa.

Observou-se redução da firmeza da polpa ao longo do armazenamento refrigerado para os frutos das diferentes cultivares, com presença ou não de embalagem, no entanto, essa redução ocorreu em menor intensidade nos frutos submetidos à atmosfera modificada, tanto para peras 'Rocha' quanto para 'Packham's Triumph' (Figura 4).

Para peras 'Rocha' a redução na firmeza de polpa foi constatada após armazenamento dos frutos por 30 dias sob condições de 0 ± 1 °C e $90 \pm 5\%$ UR, seguidos de cinco dias em ambiente simulado (20 ± 1 °C), tanto em atmosfera modificada quanto nos frutos controle (Figura 4A, 4B). Apesar desta redução, o valor da firmeza foi superior ao recomendado por Isidoro e Almeida

(2006), que sugerem que a firmeza de polpa ideal para consumo seja de aproximadamente 20N. O referido valor só foi atingido após os frutos permanecerem por 60 dias em temperatura a 0 ± 1 °C e $90 \pm 5\%$ UR seguidos de cinco dias em ambiente simulado (20 ± 1 °C), tanto para frutos controle como para os frutos submetidos à atmosfera modificada. A partir desse ponto, o comportamento foi semelhante para as demais avaliações.

Por outro lado, peras 'Packham's Triumph' necessitaram de 60 dias sob condições a 0 ± 1 °C e $90 \pm 5\%$ UR seguidos de cinco dias em ambiente simulado (20 ± 1 °C) para apresentarem redução significativa da firmeza de polpa, tanto para frutos em atmosfera modificada quanto para o controle (Figuras 4C, 4D).

Devido à intensa redução da firmeza de polpa sofrida pelas peras 'Packham's Triumph' ao longo do armazenamento refrigerado, a firmeza dos frutos controle após 150 dias de armazenamento não diferiu dos frutos avaliados após cinco dias em ambiente simulado (Figura 4D), uma vez que os frutos encontravam-se amolecidos antes mesmo de serem transferidos para o ambiente simulado. O excesso de amolecimento compromete a qualidade dos frutos, principalmente para 'Packham's Triumph', que é sensível ao manuseio. Segundo Mitcham et al. (2001) a firmeza dos frutos está estreitamente correlacionada com lesões na epiderme, onde frutos mais amolecidos apresentaram maior incidência de lesões por meio de dano mecânico, o que faz com que haja comprometimento da aparência dos frutos.

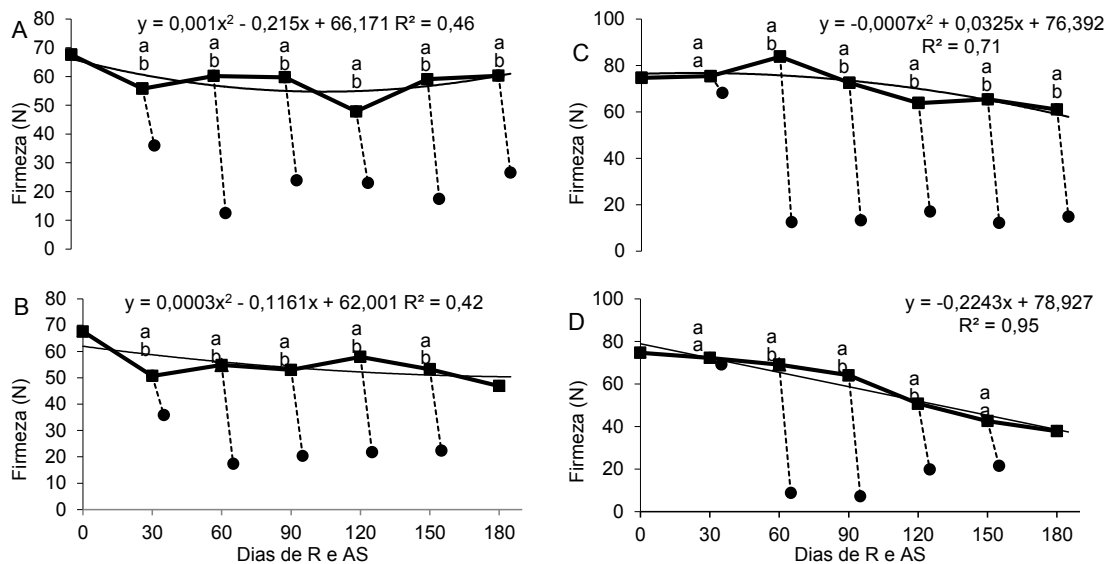


Figura 4 - Firmeza de polpa de peras 'Rocha' com embalagem (A) e sem embalagem (B) e Packham's Triumph' com embalagem (C) e sem embalagem (D) mantidas por até 180 dias sob condições refrigeração (R) a 0 ± 1 °C e $90 \pm 5\%$ UR seguidos cinco dias (●) em ambiente simulado (AS) (20 ± 1 °C). Letras iguais, na vertical, indicam que as médias de ambiente simulado em cada tempo de ambiente refrigerado não diferem entre si ($p > 0,05$).

O teor de sólidos solúveis para 'Rocha' apresentou um leve acréscimo ao longo do armazenamento refrigerado, tanto para os frutos controle quanto para os frutos em atmosfera modificada (Figuras 5A e 5B). O teor está de acordo com o indicado para comercialização pela Associação de Produtores de Pera Rocha ANP (1997), ou seja, acima de 10 °Brix. Da mesma forma que a cultivar Rocha, os teores de sólidos solúveis para 'Packham's Triumph' apresentaram aumento ao longo do armazenamento refrigerado e redução após 104 dias em atmosfera modificada e 105 dias para frutos controle. Apesar de não haver indicação em relação ao teor ideal de sólidos solúveis para 'Packham's Triumph', os teores do presente trabalho foram suficientes para ocasionar sabor agradável aos frutos, verificado por meio do teste de aceitabilidade (Figuras 5C e 5D).

Os resultados do presente trabalho assemelham-se aos de Elgar et al. (1997), que observaram aumento no teor de sólidos solúveis durante o período de armazenamento refrigerado em peras 'Buerre Bose' e 'Doyenne du Comice'. Este fato deve-se à hidrólise do amido e à desidratação dos frutos, que ocasiona o aumento da concentração dos sólidos solúveis (GONÇALVES et al.,

2000). Ainda, pode-se atribuir ao metabolismo respiratório climatérico, onde os teores se elevam, atingindo valores máximos e a partir desse instante, prestam-se como substrato energético para a transformação e sobrevivência pós-colheita dos frutos, ocasionando a redução ao final do período de armazenamento refrigerado (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Vale considerar que mesmo mantendo os frutos em baixas temperaturas, o metabolismo não é inibido completamente, o que faz com que haja gasto do substrato ao longo do armazenamento refrigerado.

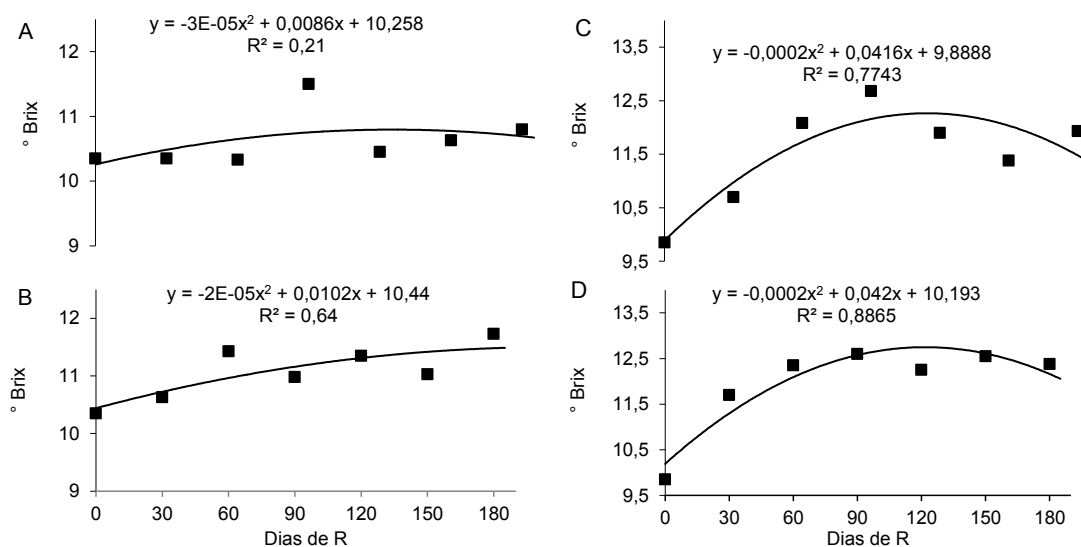


Figura 5 - Teor de sólidos solúveis de peras 'Rocha' em atmosfera modificada (A) e controle (B) e peras Packham's Triumph' em atmosfera modificada (C) e controle (D) e mantidas por até 180 dias sob condições de refrigeração (R) a 0 ± 1 °C e 90 ± 5 % umidade relativa.

Por meio da análise multivariada de cor, as variáveis a^* , ângulo *Hue* e C^* , foram utilizados os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2), que explicaram 95% da variação total das características de cor para a cultivar Rocha. As variáveis L^* e b^* não apresentaram diferença significativa em variabilidade entre tratamentos para a cultivar Rocha, que justificasse sua inclusão nos componentes principais. Todas as variáveis de cor (a^* , b^* , L^* , ângulo *Hue* e C^*) das peras 'Packham's Triumph' foram utilizadas nos dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2), que explicaram 99% da variação.

A representação bidimensional dos tratamentos por cultivar, segundo os componentes principais CP1 e CP2, para características de cor é apresentada na Figura 6. As elipses indicam agrupamentos de tratamentos similares quanto aos atributos de cor. Para a cultivar Rocha, frutos controle e os submetidos à atmosfera modificada, após 30 dias de armazenamento refrigerado, apresentaram comportamento semelhante entre si, e não diferiram dos frutos avaliados inicialmente. Após 60 dias de armazenamento refrigerado, os frutos controle não diferiram dos frutos submetidos à atmosfera modificada, no entanto, após 90 dias de armazenamento refrigerado, frutos submetidos à atmosfera modificada não foram agrupados com frutos controle, demonstrando que a cor sofreu alteração neste período. A cor não diferiu para os demais tratamentos, após os frutos permanecerem por, no mínimo, 120 dias de armazenamento refrigerado (Figura 6A).

Para as peras 'Packham's Triumph', frutos submetidos à atmosfera modificada, após 30 dias de manutenção em baixa temperatura, foram agrupados com os frutos avaliados inicialmente, mas não com os frutos controle, por estes apresentarem mudanças nas características de cor. Frutos submetidos à atmosfera modificada e avaliados aos 60, 90, 120, 150 e 180 dias de armazenamento refrigerado foram agrupados, o que demonstra que os frutos submetidos à atmosfera modificada não apresentaram mudanças nas características de cor ao longo de 180 dias de armazenamento. Os frutos controle, armazenados por 60 dias em baixa temperatura, fizeram parte deste agrupamento, indicando que até 60 dias de refrigeração, estes frutos controle apresentaram comportamento semelhante aos submetidos à atmosfera modificada. Os frutos submetidos à atmosfera modificada e que permaneceram por cinco dias em ambiente simulado, sofreram alteração de cor, comparado àqueles avaliados imediatamente após o armazenamento refrigerado, com exceção dos frutos com 30 de refrigeração. Finalmente, os frutos controle avaliados após 120, 150 e 180 dias de armazenamento refrigerado foram os que mais sofreram alteração de cor (Figura 6B).

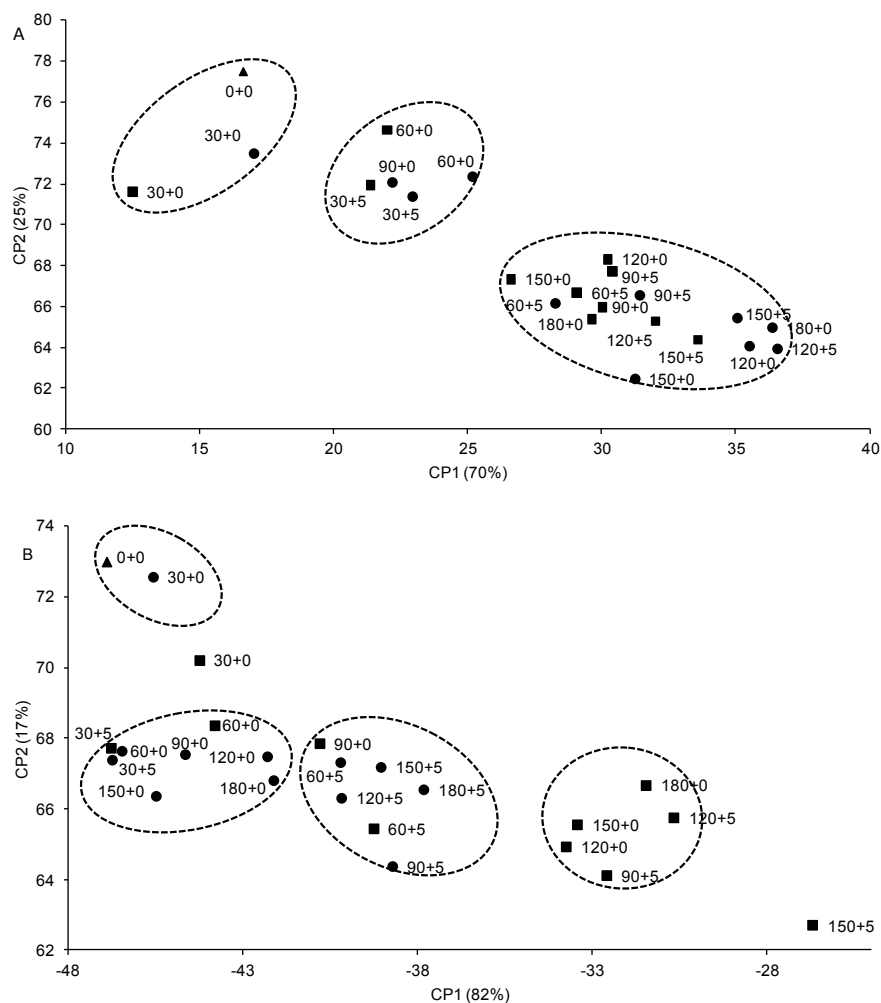


Figura 6 - Representação bidimensional dos tratamentos segundo os componentes principais CP1 e CP2 para características de cor de peras 'Rocha' (A) e 'Packham's Triumph' avaliados inicialmente (\blacktriangle), controle (\blacksquare), atmosfera modificada (\bullet) e mantidas por até 180 dias sob condições a $0 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR seguidos cinco dias em ambiente simulado ($20 \pm 1^\circ\text{C}$).

Na tabela 1 estão apresentados os valores de ângulo *Hue* dos frutos de pera 'Rocha' e 'Packham's Triumph' submetidos à atmosfera modificada e controle, durante o período de armazenamento refrigerado e ambiente simulado. Para os frutos da cultivar Rocha, o valor do ângulo *Hue* reduziu ao longo do armazenamento refrigerado, tanto para frutos sob atmosfera modificada quanto para os frutos controle, no entanto, frutos submetidos à atmosfera modificada tiveram redução com menor intensidade. Os frutos de 'Packham's Triumph' submetidos à atmosfera modificada apresentaram menor redução do valor de ângulo *Hue* ao longo dos 180 dias de refrigeração, comparado aos frutos controle. Segundo Almeida (2004), a diferença no ângulo *Hue* maior do que 2,5

é perceptível ao olho humano, para as peras 'Rocha' esta diferença foi percebida a partir de 60 dias de armazenamento refrigerado e para as peras 'Packham's Triumph', a partir de 90 dias (Tabela 1). Estes resultados indicam que a atmosfera modificada é uma ferramenta útil na manutenção da coloração dos frutos.

Tabela 1 - Médias dos valores de ângulo *Hue* de frutos de peras 'Rocha' e Packham's Triumph' submetidos à atmosfera modificada (T1) e controle (T2) e mantidas por até 180 dias em armazenamento refrigerado (AR) a 0 ± 1 °C e $90 \pm 5\%$ UR seguidos de cinco dias em ambiente simulado (AS) (20 ± 1 °C)

'Rocha'													
Armazenamento refrigerado + ambiente simulado													
Tratamentos	0+0*	30+0	30+5	60+0	60+5	90+0	90+5	120+0	120+5	150+0	150+5	180+0	180+5
T1	98,9	96,6	93,4	94,3	87,4	92,4	86,9	87,1	83,6	87,2	82,8	85,5	84,1
T2	98,9	95,9	92,1	90,5	86,8	85,0	85,4	81,0	79,4	83,1	82,2	80,4	

'Packham's Triumph'													
Armazenamento refrigerado + ambiente simulado													
Tratamentos	0+0*	30+0	30+5	60+0	60+5	90+0	90+5	120+0	120+5	150+0	150+5	180+0	180+5
T1	101,6	100,5	99,8	99,6	94,8	98,2	92,6	96,4	94,4	98,4	93,8	96,0	92,7
T2	101,6	98,8	99,9	97,8	93,3	95,4	87,9	89,2	87,3	89,2	83,4	88,3	

* O primeiro número se refere ao período de armazenamento refrigerado e o segundo equivale ao período de manutenção em ambiente simulado.

Para o pH, os frutos controle e os submetidos a atmosfera modificada não apresentaram interação significativa entre o armazenamento refrigerado e o ambiente simulado. Também não se observou efeito significativo do período de armazenamento refrigerado e do ambiente simulado sobre o pH, quando avaliados isoladamente (dados não apresentados).

Os teores de acidez titulável, independentemente da cultivar e do uso da embalagem, apresentaram ligeiro aumento seguido de redução ao final do período de armazenamento refrigerado. A redução na acidez titulável, ao final do período de armazenamento refrigerado, foi mais lenta com o uso de embalagem, para as duas cultivares. Os valores máximos de acidez presente nos frutos com embalagem modificada ocorreram aos 131 dias para 'Rocha' e 160 dias para 'Packham's Triumph', enquanto que nos frutos controle, esses valores ocorreram aos 122 e 100 dias, respectivamente (Figura 7). A redução menos acentuada ao final do armazenamento refrigerado para os frutos

mantidos em atmosfera modificada, pode ser devido a menor taxa de respiração, ocasionada pelo uso da embalagem (NATH et al. 2011).

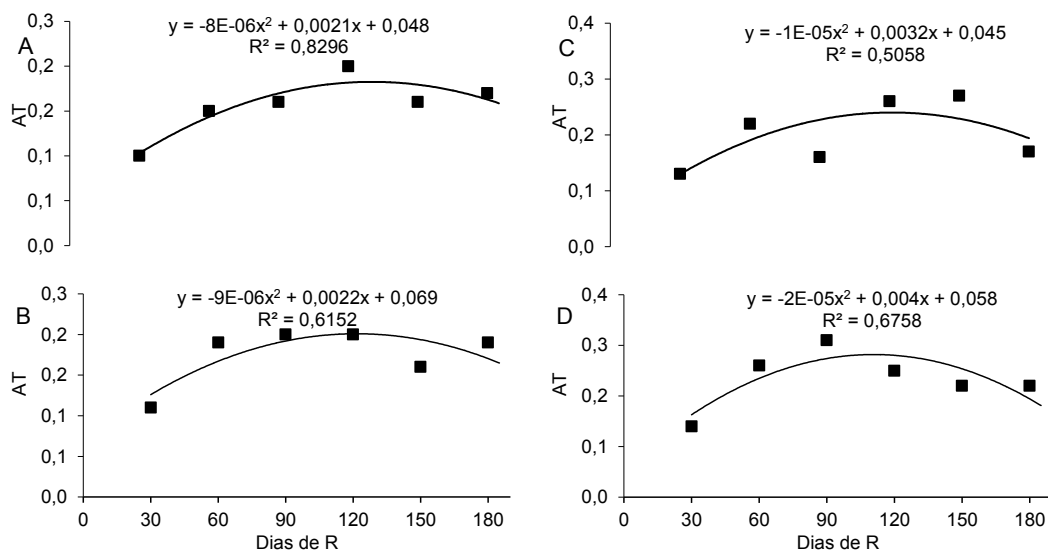


Figura 7 - Teor de acidez titulável de peras 'Rocha' com embalagem (A) e sem embalagem (B) e Packham's Triumph' com embalagem (C) e sem embalagem (D) mantidas por até 180 dias sob condições a 0 ± 1 °C e $90 \pm 5\%$ umidade relativa.

Na avaliação da aceitabilidade, observou-se que os frutos submetidos à atmosfera modificada, tanto da cultivar Rocha como da Packham's Triumph, apresentaram elevado índice de aceitabilidade após permanecerem 180 dias sob refrigeração seguidos de cinco dias em ambiente simulado (83,03 para 'Rocha' e 73,34 para 'Packham's Triumph') (Tabela 2). No mesmo período, os provadores relataram que os frutos apresentavam-se suculentos, com boa textura, crocantes e com aroma agradável. Os frutos controle de ambas as cultivares, não foram submetidos ao teste de aceitabilidade devido ao excesso de perda de massa e depreciação do aspecto global dos frutos.

Segundo o relato dos provadores, os frutos de ambas as cultivares, armazenados por 30 dias sob refrigeração e cinco dias em ambiente simulado, apresentaram-se com elevada firmeza, sem sabor, adstringentes e imaturos, tanto para os frutos controle como os submetidos à atmosfera modificada. Este fato pode ser confirmado pelos elevados valores de firmeza (Figura 4) e baixos teores de sólidos solúveis (Figura 5) obtidos no referido período.

Os frutos controle da cultivar Packham's Triumph, após permanecerem por 150 dias seguidos de cinco dias em ambiente simulado, apresentaram rejeição por parte dos provadores devido ao aspecto desagradável causado pela excessiva desidratação da epiderme, amolecimento e falta de sabor. Já para as peras 'Rocha', avaliadas no mesmo período, mesmo não havendo relatos quando às mudanças no aspecto global, os provadores afirmaram que os frutos encontravam-se sobremaduros, com pouco sabor e extremamente amolecidos. Estes relatos não foram observados para os frutos submetidos à atmosfera modificada. Apesar da boa aceitação dos frutos 'Packham's Triumph', tanto para os frutos controle como os submetidos à atmosfera modificada, houve interferência negativa da adstringência ocasionada pela epiderme dos frutos, o que conferiu a sensação de amargor.

Tabela 2 - Índice de aceitabilidade de peras 'Rocha' e 'Packham's Triumph' mantidas em atmosfera modificada (T1) e controle (T2) por até 180 dias sob de armazenamento refrigerado (AR) a 0 ± 1 °C e $90 \pm 5\%$ UR seguidos de cinco dias em ambiente simulado (AS) (20 ± 1 °C)

Teste de Aceitabilidade					
		Rocha		Packham's Triumph	
AR	AS	T1	T2	T1	T2
30	5	62,49	78,70	48,75	36,71
90	5	56,67	74,82	62,23	74,46
120	5	60,18	61,98	50,91	54,91
150	5	63,39	59,12	67,99	57,11
180	5	83,03	*	73,34	*

* Devido à alta perda de massa e depreciação do aspecto global, os frutos não foram submetidos ao teste de aceitabilidade.

Por meio do Teste de Diferença do Controle, em que se buscou verificar o efeito da atmosfera modificada, observou-se que os frutos submetidos a este tratamento apresentaram valores superiores aos frutos controle, o que indica que a atmosfera modificada exerceu influencia sobre as características dos frutos (Tabela 3). Os provadores relataram que os frutos apresentaram-se mais firmes e ácidos e com melhor aspecto global do fruto, pois não apresentavam sinais de desidratação e menor incidência de injúrias mecânicas, principalmente nos frutos de 'Packham's Triumph'.

Tabela 3 - Teste de Diferença do Controle de peras 'Rocha' e 'Packham's Triumph' mantidas em atmosfera modificada (T1) e controle (T2) por até 180 dias sob de armazenamento refrigerado (AR) a 0 ± 1 °C e $90 \pm 5\%$ UR seguidos de cinco dias em ambiente simulado (AS) (20 ± 1 °C)

Teste de Diferença do Controle					
		Rocha		Packham's Triumph	
AR	AS	T1	T2	T1	T2
30	5	68,75	22,01	44,14	21,17
90	5	74,02	14,63	71,18	21,50
120	5	63,67	22,98	57,18	37,92
150	5	65,25	25,18	65,91	31,90

A avaliação sobre a intenção de compra foi realizada após os frutos serem submetidos à atmosfera modificada e permanecerem em baixas temperaturas por 180 dias seguidos de cinco dias de ambiente simulado, para ambas as cultivares.

Constatou que 62% dos entrevistados comprariam peras 'Rocha' por preço de mercado. Apenas 3% deles optariam pela compra caso fosse concedido 10% de desconto, 6% comprariam caso houvesse desconto de 30%, 3% comprariam com desconto de 50% e 26% dos consumidores não comprariam os frutos mesmo com desconto. Os resultados indicam que mesmo permanecendo por 180 dias em baixas temperaturas, os frutos apresentaram elevada aceitação quanto a sua aparência global, sendo apresentado como características positivas pelos entrevistados, a aparência e o formato dos frutos.

Com relação aos que não comprariam, a rejeição ocorreu, principalmente, devido ao tamanho reduzido e à presença de *russetting*, fatores causados pelo manejo da cultivar (ausência de desbaste dos frutos) e não pelo uso da atmosfera modificada.

Para peras 'Packham's Triumph', a avaliação da intenção de compra revelou que 81% dos entrevistados comprariam as peras por preço de mercado, 3% optaram pela compra caso fosse concedido 10% de desconto, 3% comprariam com desconto de 50% e apenas 13% dos consumidores não comprariam frutos mesmo com desconto. Os principais fatores responsáveis pela boa qualidade dos frutos, citados pelos consumidores, foram o formato e o tamanho. Por outro

lado, o fator que levou alguns consumidores a fazerem uma má avaliação foi a coloração esverdeada.

As avaliações do pedúnculo dos frutos da cultivar Rocha mostraram que houve alteração aos 150 dias de armazenamento refrigerado em atmosfera modificada, apresentando desidratação apenas na região de incisão. Após 180 dias, a desidratação comprometeu 50% da superfície dos pedúnculos e, quando seguidos de cinco dias em ambiente simulado, os pedúnculos apresentaram 100% de sua superfície desidratada. Para os frutos controle, a desidratação de 50% da superfície ocorreu após os frutos ficarem expostos a baixa temperatura por 60 dias e atingiu 100% da superfície dos pedúnculos, após permanecerem por mais cinco dias em ambiente simulado. Para frutos de 'Packham's Triumph' submetidos à atmosfera modificada, os pedúnculos apresentaram desidratação aos 180 dias de armazenamento em baixa temperatura, sendo apenas na região de incisão, e após permanecerem por cinco dias em ambiente simulado passaram a apresentar 50% de sua superfície desidratada. Entretanto, para os frutos controle, apenas 60 dias de armazenamento refrigerado foram suficientes para causar a mesma desidratação do pedúnculo.

Em relação à coloração interna do pedúnculo, apenas frutos controle da cultivar Rocha sofreram interferência ao longo do armazenamento refrigerado, onde após 150 dias de armazenamento em baixa temperatura e seguidos de cinco dias em ambiente simulado, apresentaram alteração na cor interna de verde para marrom, não sendo observado o mesmo comportamento nos frutos com atmosfera modificada. O pedúnculo exerce papel importante em frutos de peras, já que a comercialização dos frutos é feita com o pedúnculo aderido ao fruto, já que os frutos sem pedúnculo aumentam a transpiração, o que faz com que haja enrugamento da epiderme. Vale destacar também que, a manutenção da cor e desidratação do pedúnculo são fundamentais para manter o aspecto ideal dos frutos, pois mantém os frutos com característica de recém-colhidos, o que irá contribuir para melhor aceitação por parte dos consumidores.

As vantagens proporcionadas pela atmosfera modificada, principalmente quanto à redução de perda de massa, à manutenção da firmeza e da cor e aos elevados níveis de aceitabilidade, fazem com que o seu uso se torne uma alternativa interessante para produtores e consumidores. Para os produtores, a

vantagem consiste em um maior volume a ser comercializado, já os consumidores são beneficiados pela melhor aparência dos frutos e manutenção da qualidade. Vale destacar que o uso de atmosfera modificada é de fácil execução, sem necessidade de equipamentos sofisticados, necessitando apenas de câmaras frias com controle de temperatura e umidade, onde o custo adicional é o da embalagem. A atmosfera modificada, além de manter a qualidade e reduzir a perda de massa, retardou o amadurecimento, o que amplia o tempo de oferta de frutos no mercado e favorece a disponibilidade de frutos na entressafra, onde o preço normalmente se eleva.

5.4 Conclusões

O uso de atmosfera modificada manteve a qualidade das peras 'Rocha' e 'Packham's Triumph', por até 180 dias de armazenamento refrigerado.

5.5 Referencias bibliográfica

ALMEIDA, D. **Fisiologia das alterações de cor**. 2004. Disponível em: <<http://dalmeida.com/poscolheita/Cor1.pdf>>. Acesso em 30 de Abril de 2012.

AOAC INTERNATIONAL. **Official methods of analysis of AOAC International**. Washington, 2002.

BENÍTEZ, C.E. Maduración y cosecha de los frutos. IN: BENÍTEZ, C. E. et.al. **Peras y Manzanas: Factores que afectan la calidad de los frutos**. Buenos Aires: Ediciones INTA, 2005. p.95-108.

CALVO, G.; SALVADOR, M.E.; SANCHEZ, E. Control of superficial scald in 'Beurre d'Anjou' pears with low oxygen levels. **Acta Horticulture**. v.596, p.879–882, 2002.

ELGAR, H.J.; WATKINS, C.B.; MURRAY, S.H.F.; GUNSON, A. Quality of 'Buerre Bose' and 'Doyenne du Cornice' pears in relation to harvest date and storage period. **Postharvest Biology Technology**. v.10, p.29–37, 1997.

FERREIRA, V.L.P.; ALMEIDA, T.C.A.; PETTINELLI, M.L.C.; SILVA, J.B.P.; BARBOSA, E. M. M. **Análise sensorial testes discriminativos e afetivos**. 1.ed. Campinas - SP: SBCTA, p.127, 2000.

GONCALVES, E.D.; ANTUNES, P.L.; BRACKMANN, A. Controlled atmosphere storage of Asian pears cv. Nijisseiki. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.22, p.226–231, 2000.

ISIDORO, N.; ALMEIDA, D. P. F. **Farnesene, conjugated trienols, and superficial scald in 'Rocha' pear as affected by 1-methylcyclopropene and diphenylamine.** In: *Postharvest Biology and Technology*. Elsevier, v.42. p.49–56, 2006.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques.** 1.ed. Florida – USA: CRC Press, 1987. 283p.

NATH, A.; BIDYUT, C.; DEKA, A.S.; PATEL, R.K.; PAUL, D.; MISRA, L.K.; OJHA, H. Extension of shelf life of pear fruits using different packaging materials. **Journal Food Science Technology.** DOI 10.1007/s13197-011-0305-4

MITCHAM, E.J.; FENG, X.; AND BIASI, B. 2001. Susceptibility to and the control of skin browning in 'William's' pears. **Report to the California pear advisory board.** Department of Pomology, UC Davis.

VILLALOBOS-ACUNÁ, M.G.; MITCHAM, J.M. Ripening of European pears: The chilling dilemma. **Postharvest Biology and Technology**, v.49, p.187-200, 2008.

ZERBINI, P.E. The quality of pear fruit. **Acta Horticulture.** v.59, p.805–810, 2002.