

Qualidade pós-colheita de nêsperas submetidas ao armazenamento sob baixa temperatura e atmosfera modificada

Postharvest quality of loquat stored at a low temperature and modified atmosphere

Jacinta Tavares de CAMPOS², Patrícia Nagai HASEGAWA¹,
Eduardo PURGATTO¹, Franco LAJOLO¹, Beatriz Rosana CORDENUNSI^{1*}

Resumo

A curta vida-de-prateleira da nêspera (*Eryobotria japonica* Lindl.) é um dos fatores que encarecem o preço final deste fruto constituindo um obstáculo para o aumento da sua produção e popularização de seu consumo. Neste contexto, o investimento em estratégias de armazenamento representa uma contribuição para a cadeia de produção da nêspera. Assim, o objetivo deste trabalho é apresentar uma alternativa de baixo custo para a extensão do tempo de armazenamento deste fruto. Nêsperas da cultivar Precoce de Itaquera, maduras, foram acondicionadas em bandejas de poliestireno teraftalato e embaladas com filme de polivinilcloro de 14 µm de espessura. Os frutos foram armazenados em diferentes temperaturas (18 e 6 °C) na presença e ausência de sachês de permanganato de potássio para remoção do etileno. Durante o armazenamento, os frutos foram periodicamente analisados quanto à produção de etileno e à respiração. Os frutos amostrados para análises posteriores foram descascados e a polpa congelada. Os frutos foram também monitorados quanto à perda de massa fresca e analisados os teores de glicose, frutose, sacarose e sorbitol por HPAEC-PAD. Os teores de etileno nos grupos armazenados na presença dos sachês foram significativamente menores em comparação aos demais grupos, independente da temperatura de armazenamento. A respiração mostrou dependência da temperatura, sendo menor nos frutos armazenados a 6 °C, independente da presença dos sachês. Os teores de açúcares solúveis apresentaram flutuações durante o armazenamento a baixa temperatura, mas sem alterações significativas em relação aos teores iniciais, com exceção do sorbitol que aumentou. Os efeitos do armazenamento à baixa temperatura, combinados com a presença de sachês absorvedores de etileno, sobre a respiração e os teores de etileno podem ser apontados como relevantes para o aumento na vida-de-prateleira das nêsperas, sem alterações nos níveis de açúcares solúveis, fundamentais para o desenvolvimento do sabor do fruto. A combinação da embalagem com baixas temperaturas e a presença de sachês absorvedores de etileno pode constituir uma estratégia viável para o armazenamento da nêspera, estendendo significativamente a pós-colheita.

Palavras-chave: conservação; pós-colheita; embalagem; etileno; respiração.

Abstract

The short shelf-life of loquat (*Eryobotria japonica* Lindl.) fruit is one of the factors that results in the final price of this fruit hindering the increase of its production and popularization. The investment in storage strategies represents a contribution for the loquat market. The aim of this work is to present a low cost alternative to extend the storage time for this fruit. Mature loquat fruit (*Eryobotria japonica* Lindl.) cv Precoce de Itaquera were conditioned in trays of polystyrene terephthalate and wrapped with 14 µm polyvinyl chloride film. The fruits were stored at different temperatures (18 and 6 °C) in the presence or absence of potassium permanganate sachets for ethylene removal. During the storage time, the fruit was periodically analyzed for ethylene production and respiration. Afterwards, it was peeled and the endocarp frozen after removing the seeds. The fruit was monitored for loss of fresh weight and the glucose, fructose, sucrose and sorbitol content were analyzed by HPAEC-PAD during the storage period. The ethylene production in the groups stored in the presence of sachets was significantly smaller in comparison to the other groups, regardless of the storage temperature. Respiration showed dependence of the temperature, and was smaller in the fruit stored at 6 °C, regardless of the presence of sachets. The soluble sugar levels presented fluctuations during the storage period at a low temperature, but without significant alterations in relation to the initial content, except for the sorbitol that presented an increase. The effects of storage at a low temperature combined with the presence of ethylene absorbing sachets on respiration and ethylene levels can be pointed out as relevant in terms of increasing the shelf life of the loquat fruit, without alterations in the levels of soluble sugars, fundamental for the development of the flavor of the fruit. The combination of packing, low temperature and sachets for ethylene removal is a viable strategy to keep the loquat, significantly extending its short postharvest life.

Keywords: postharvest; shelf-life; ethylene; respiration; package.

1 Introdução

A nêspera (*Eriobotrya japonica* Lindl.), fruta de origem chinesa, é cultivada com finalidade comercial desde o século XIX. A China (~64%) e a Espanha (~14%) são hoje os principais produtores mundiais. No Brasil, a produção de nêspera

se concentra no Estado de São Paulo, com destaque para a região de Mogi das Cruzes. Apesar de, potencialmente, ser um grande produtor de nêspera, o País produz apenas 2.400 t anuais do fruto, sendo quase a metade consumida no Estado de São Paulo³.

A nêspera se adapta muito bem às regiões de clima temperado e subtropical, geralmente onde já se cultivam os cítricos, mas é muito mais exigente em relação ao clima e se desenvolve melhor em solos argilosos com boa drenagem³. A fruta deve ser colhida no ponto exato de amadurecimento e ser transportada com cuidado, já que, por conta da fragilidade da casca, é altamente susceptível a injúrias.

Recebido para publicação em 15/9/2006

Aceito para publicação em 23/4/2007 (001853)

¹ Laboratório de Química, Bioquímica e Biologia Molecular de Alimentos, Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental, Faculdade de Ciências Farmacêuticas – FCF, Universidade de São Paulo – USP, Avenida Lineu Prestes 580, Bloco 14, CEP 05508-900, São Paulo, SP, Brasil, E-mail: hojak@usp.br

² Institut National Supérieur de Formation Agroalimentaire, 65 rue de St Brieu, CS 84215-35042, RENNES Cedex, France

*A quem a correspondência deve ser enviada

Segundo SOUCI, FACHMANN e KRAUT¹⁴, a nêspers (cultivar não declarada) é composta por, aproximadamente, 87% de água, 9,7% de carboidratos, 0,5% de proteínas, 0,2% de lipídeos, 2,1% de fibra total e 0,5% de minerais. O ácido málico perfaz aproximadamente 90% dos ácidos orgânicos no fruto maduro, com pequenas frações de ácido cítrico e succínico. Os principais açúcares presentes são frutose, sacarose, glicose e sorbitol e quantidades traço de galactose ($\geq 0,1\%$)⁶. A polpa da nêspers contém carotenóides, como β -caroteno e criptoxantina, vitaminas B₁ e B₂, nicotinamida (vitamina B₃) e ácido ascórbico.

Existem poucos e contraditórios relatos sobre o amadurecimento da nêspers que, em função da não alteração da produção de etileno e de CO₂, tanto antes quanto depois da colheita, vem sendo classificada como fruta não climatérica. Entretanto, AMORÓS et al.¹ observaram que a produção de etileno na cultivar Mogi foi simultânea ao decréscimo da cor verde da casca e ao aparecimento da cor avermelhada, podendo indicar padrão de amadurecimento climatérico.

Apesar do grande desenvolvimento produtivo, a nêspers possui curta vida pós-colheita e suscetibilidade a danos mecânicos, à ação fúngica e a perdas nutricionais⁶, o que demanda estudos no sentido de obter tratamentos e técnicas que possibilitem melhor conservação pós-colheita da fruta in natura.

A utilização de embalagem contendo atmosfera modificada pode, em alguns casos, manter a qualidade das frutas e estender sua vida pós-colheita¹³. A atmosfera no interior da embalagem pode ser facilmente alterada pelo uso de filmes de polietileno, como o polivinilcloreto (PVC), que se caracterizam por apresentar boa barreira ao vapor d'água e permeabilidade relativa a O₂ e CO₂⁹. Esse tipo de filme permite que a concentração de CO₂ proveniente da respiração aumente e a concentração de O₂ diminua, à medida que é utilizado pelo processo respiratório. Isto, por sua vez, causa uma diminuição no nível de respiração, tendo como efeito direto a redução no consumo de substratos da respiração, como os ácidos orgânicos e açúcares⁴. Assim, o simples armazenamento sob atmosfera modificada pela embalagem, como filmes de polietileno, pode manter a qualidade do fruto fresco. Porém, as concentrações de gases nas embalagens de polietileno, durante o armazenamento, não podem ser controladas com precisão, pois dependem também da seleção de filmes de diferentes permeabilidades aos gases⁷.

O efeito da atmosfera modificada se torna mais eficiente quando combinado com baixas temperaturas. DING et al.⁶ mostraram que o armazenamento a baixas temperaturas apresentou menores perdas de massa e menores mudanças nos componentes químicos (ácidos orgânicos e açúcares) associados à qualidade de nêspers em amadurecimento. Além disso, a qualidade do fruto fresco pôde ser mantida por 30 dias a temperaturas baixas de 1 a 5 °C, enquanto que sob temperaturas mais elevadas a vida-de-prateleira foi de 15 dias a 10 °C e de 10 dias a 20 °C.

A utilização de oxidantes de etileno, como o permanganato de potássio, tem por finalidade reduzir o etileno liberado pelo próprio fruto, durante o processo de amadurecimento. A utilização da embalagem com filme de PVC, juntamente com

os absorvedores de etileno e baixas temperaturas, poderia promover um aumento da vida-de-prateleira dos frutos, por aumentar a concentração de CO₂ no interior da embalagem, reduzir a perda de água e a respiração, inibir a ação do etileno reduzindo, conseqüentemente, o metabolismo do fruto¹².

Em vista do exposto, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de fornecer subsídios para a aplicação de técnicas de conservação pós-colheita que possam aumentar a vida-de-prateleira da nêspers empregando metodologias de baixo custo. Desta forma, optou-se por utilizar a combinação de atmosfera modificada, baixa temperatura e a presença de sachês absorvedores de etileno (permanganato de potássio) para o armazenamento de nêspers, empregando como modelo a cultivar Precoce de Itaquera, a mais comumente encontrada no mercado.

2 Material e métodos

2.1 Material

Nêspers (*Eriobotrya japonica* Lindl.) maduras, da cultivar Precoce de Itaquera, provenientes da região de Mogi das Cruzes (SP), foram obtidas junto à Companhia de Entrepósitos e Armazenagens Gerais em São Paulo (CEAGESP). No laboratório, os frutos foram selecionados, por tamanho e uniformidade de cor, e descartados os que apresentavam danos físicos visíveis.

2.2 Condições de armazenamento

Foram acondicionadas cinco frutas por bandeja de poliestireno teraftalato (PET), adicionadas ou não de um sachê contendo permanganato de potássio (oxidante de etileno), no interior da embalagem. Cada bandeja foi revestida com filme plástico de polivinilcloreto (PVC), com 10 μ m de espessura, flexível e auto-aderente (Lusafilm). Cada tratamento foi constituído de 10 bandejas, que foram armazenadas em câmaras do tipo BOD, com temperatura (18 ou 6 °C) e umidade relativa (90%) controladas. Em ambas as temperaturas, havia um grupo controle (sem absorvedor de etileno) e um grupo contendo o absorvedor de etileno. As concentrações de CO₂ e de etileno, dentro da atmosfera proporcionada pela embalagem, foram medidas diariamente em cada grupo, em triplicata. As frutas foram amostradas em função da evolução da respiração e da produção de etileno, sendo retirada uma bandeja por amostragem cujas frutas foram descascadas e picadas, congeladas em nitrogênio líquido e armazenadas a -80 °C.

2.3 Produção de CO₂ e etileno

Os teores de CO₂ e de etileno produzidos pelas frutas e contidos no interior das embalagens foram estimados utilizando a metodologia descrita por PURGATTO et al.¹¹ que empregaram cromatógrafo a gás (HP-6890), acoplado a um detector por Ionização de Chama (FID) para o etileno, ou a um detector de Condutividade Térmica (TCD) para o CO₂. A coluna utilizada, HP – Plot (30 m, I.D. 0,53 mm), foi a mesma para os dois gases. A temperatura do injetor e dos detectores foi de 250 °C e cada corrida foi realizada a 30 °C (isotérmica). Os fluxos do gás de

arraste (hélio) para CO₂ e para etileno, foram, respectivamente, de 4 e 1 mL por minuto. As amostras, retiradas das embalagens com uma seringa do tipo *gas tight* foram injetadas em modo *split* para o CO₂ (50:1) e em modo *pulsed split* para o etileno. As primeiras leituras de etileno e CO₂ foram realizadas 12 horas após o fechamento das embalagens e, para as leituras seguintes, permaneceram fechadas e foram amostradas a cada 24 horas. Para efeito de cálculo de produção de etileno e de CO₂, foi considerado o tempo de acúmulo a partir do primeiro dia de fechamento. O volume interno de cada embalagem foi estimado injetando volumes conhecidos de água no interior das embalagens. Os teores de etileno foram estimados pela injeção de padrões de concentração conhecida (0,1 ppm para o etileno e 300 ppm para o CO₂ – Air Liquid Ltda). As medidas foram realizadas em triplicata para cada tratamento.

2.4 Perda de massa fresca

A perda de massa fresca foi calculada como a porcentagem diferencial entre a massa inicial dos frutos e a massa final após o último dia de armazenamento. As medidas foram realizadas em quintuplicata para cada tratamento.

2.5 Açúcares solúveis

Os açúcares solúveis foram extraídos em triplicata para cada amostra, homogeneizando-se 1 parte da polpa pulverizada e congelada em 4 partes de solução de etanol 80% (v.v⁻¹) a 80 °C. Após centrifugação (13000 x g), o sobrenadante foi guardado e a operação repetida por mais duas vezes. Os sobrenadantes foram combinados, o etanol foi evaporado a vácuo, em sistema *Speedvac* e o volume reconstituído em água. Os açúcares solúveis foram analisados em cromatógrafo líquido de alta eficiência (Dionex, Sunnyvale – California USA modelo DX-50), acoplado a detector amperométrico de pulso, utilizando uma coluna CarboPac PA1 (4 x 250 mm) (Dionex), em corrida isocrática com fluxo de 1 mL/minuto. A fase móvel empregada foi NaOH 18 mM, durante 25 minutos⁸.

2.6 Fibra alimentar e umidade

A fibra alimentar foi determinada pelo método enzimico-gravimétrico de acordo com o método da *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC 991.43)², e a umidade foi calculada baseada na perda de peso após aquecimento em estufa a 105 °C (AOAC 930.15)², até peso constante, em três replicatas de cada amostra. Cada determinação foi realizada em triplicata para cada um dos tratamentos estudados.

2.7 Ácido ascórbico

O ácido ascórbico total foi determinado em triplicata para cada uma das amostras seguindo o método descrito por COR-DENUNSI et al.⁵. O AA foi extraído com ácido metafosfórico a 6% e analisado por HPLC em fase reversa, em sistema Hewlett-Packard 1100, acoplado a um detector de arranjo de diodos (DAD) G1315A. A coluna utilizada foi uma NucleoSil 100C18 (HP®) 150 x 3,6 mm, com 0,5 µm de tamanho de partícula.

2.8 Análise estatística

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado. Cada amostragem foi constituída de 5 frutos por tratamento, retirados em cinco intervalos. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando o software SAS versão 9.0.

3 Resultados e discussão

3.1 Composição química da nêspera cv. Precoce de Itaquera

A amostra utilizada para a análise da composição química da nêspera foi a do primeiro dia do experimento (Tabela 1). O enfoque maior foi dado aos componentes que pudessem ser afetados durante o armazenamento, como açúcares solúveis e ácido ascórbico total (AA). Apesar da metodologia utilizada ser capaz de identificar as formas oxidada (ADHA) e reduzida do AA⁵, o baixo teor inicial encontrado na nêspera desta cultivar (~3 mg.100 g⁻¹ do fruto fresco) tornou pouco útil tanto determinar AA e ADHA, quanto acompanhar os seus teores durante o armazenamento.

Tabela 1. Umidade, fibra alimentar, açúcares solúveis e ácido ascórbico da nêspera, cv. Precoce de Itaquera.

Determinação	g.100 g ⁻¹
Umidade	90,19 ± 0,75
Fibra alimentar	
solúvel	0,05 ± 0,07
insolúvel	0,46 ± 0,06
Açúcares solúveis	
glicose	1,05 ± 0,16
frutose	1,54 ± 0,18
sacarose	1,74 ± 0,15
Total	4,33 ± 0,37
Ácido ascórbico (mg.100 g ⁻¹)	3,03 ± 0,5

Valores representam a média ± desvio-padrão (n = 3).

A fração solúvel da fibra alimentar (Tabela 1) foi cerca de 10 vezes menor que a fração insolúvel e a total de apenas 0,5%, não podendo a nêspera ser considerada alimento-fonte de fibra. O teor total de açúcares solúveis foi de 4,33% e encontra-se em acordo com os teores médios relatados na literatura para nêspersas da cultivar Mogi⁶. O teor é similar ao do morango⁴, fruto considerado de baixo valor calórico. O teor de sorbitol, açúcar de baixo valor calórico quando comparado à sacarose, foi de 0,2%, nos frutos frescos, estando em acordo com os teores citados na literatura¹.

3.2 Teor residual de etileno e CO₂

A classificação da nêspera como um fruto climatérico é contestada, pois a evolução dos teores de etileno indica características típicas de um fruto não-climatérico. O estudo conduzido por AMORÓS et al.¹ mostrou o aumento na produção deste hormônio no período precedente às mudanças

características do amadurecimento do fruto. No entanto, os autores mantiveram os frutos ligados à planta e os coletavam semanalmente, durante o período de desenvolvimento e amadurecimento. Desta forma, o etileno foi medido sempre em amostras recém-colhidas, não sendo realizadas medidas subsequentes nos frutos colhidos, visto que estes foram, em seguida, congelados.

Estudos realizados com cinco cultivares de nêspera, indicam que o fruto produz quantidades significativas de etileno enquanto está ligado à planta. Ao ser colhido, os teores de etileno diminuem constantemente durante o período de armazenamento, não sendo observado nenhum aumento subsequente. Este comportamento também foi observado em frutos colhidos verdes e que não amadureceram após a colheita (dados não publicados). Os resultados obtidos neste trabalho parecem confirmar este padrão pouco usual de evolução do etileno. O teor inicial de etileno foi alto ($\sim 1,1 \mu\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}$ de nêspera por hora) (Figura 1), quando comparado com a banana, fruto tipicamente climatérico ($0,04$ na época da colheita e cerca de $5 \mu\text{L}$, no pico climatérico)¹⁰. Em todos os tratamentos, ocorreu um declínio da produção de etileno, tanto nos frutos armazenados a 6°C quanto a 18°C . Mas nas embalagens que continham o sachê com permanganato de potássio (Figura 1), o teor de etileno foi próximo de zero (de $0,084$ a $0,007 \mu\text{L}$ a 18°C , e de $0,017$ a $0,002 \mu\text{L}$ a 6°C), demonstrando a eficiência na retenção do hormônio.

A influência da temperatura na produção de etileno pode ser avaliada ao comparar os teores de etileno das amostras armazenadas a 18°C nas quais os níveis encontrados foram cerca de 60% superiores às armazenadas a 6°C , desde o segundo dia de armazenamento.

O efeito do absorvedor de etileno foi registrado logo na primeira leitura dos níveis de etileno, que foi realizada 12 horas após o fechamento das embalagens. Nas amostras armazenadas a 18°C , houve redução de aproximadamente 92% e, naquelas armazenadas a 6°C , os níveis de etileno foram reduzidos a 99% do valor inicial.

A temperatura exerceu uma influência no metabolismo da fruta (Figura 1). A respiração foi bastante inibida no armazenamento a 6°C , em ambos os tratamentos (com e sem sachê). Os resultados obtidos mostraram que o etileno contido nas embalagens sem absorvedor de etileno, não influenciou na produção de CO_2 , que atingiu um máximo de $4 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}/\text{hora}$ no terceiro dia de armazenamento, nos grupos armazenados a 18°C . Nos frutos armazenados a 6°C , os teores iniciais foram de, no máximo, 2 mg nos primeiros dias de armazenamento. Em todos os tratamentos, a respiração declinou a partir do terceiro dia de armazenamento, até se estabilizar entre $0,27$ e $0,64 \text{ mg}$ a partir do 8º dia.

3.3 Perda de massa fresca

Como consequência das taxas respiratórias mais elevadas, os frutos armazenados a 18°C perderam cerca de 3 vezes mais peso que os armazenados a 6°C (Figura 2). DING et al.⁶ obtiveram resultados similares com nêspers armazenadas em sacos de polietileno perfurado a temperaturas entre 1 e 20°C , porém

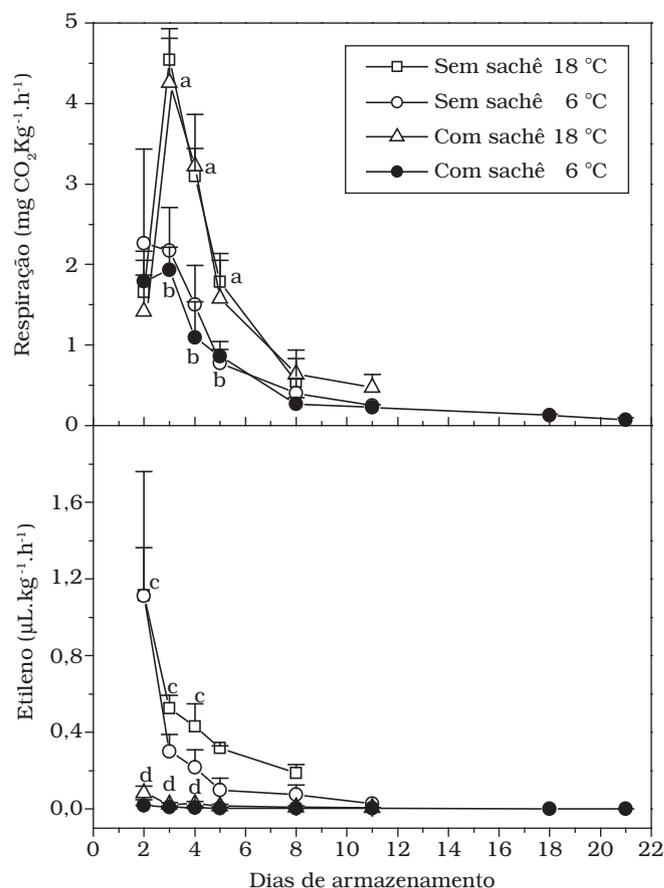


Figura 1. Perfis de respiração e de produção de etileno de nêspers da cultivar Precoce de Itaquera, durante 22 dias de armazenamento nas temperaturas (6 e 18°C). Cada símbolo representa a média de 3 replicatas e as barras, o desvio-padrão. Pontos marcados com letras diferentes representam médias com diferença significativa entre as amostras no mesmo dia de armazenamento ($p > 0,05$). Painel superior: a) amostras com e sem sachê armazenadas a 18°C ; e b) amostras com e sem sachê armazenadas a 6°C . Painel inferior: c) amostras armazenadas sem sachê a 18 e 6°C ; e d) amostras armazenadas com sachê a 18 e 6°C . Os pontos não marcados não apresentaram diferenças significativas entre os grupos.

sem o uso de sachês absorvedores de etileno. Esta diferença se manteve durante toda a vida-de-prateleira dos frutos, nos diferentes tratamentos, sendo semelhante entre temperaturas e não tendo qualquer correlação com a presença, ou não, do sachê absorvedor de etileno. Porém, os frutos que continham o sachê duraram mais tempo em ambas as temperaturas, em relação aos que não continham.

A vida-de-prateleira foi determinada pelo escurecimento e enrugamento da casca e também por sinais de crescimento de fungos no epicarpo. Quando a maior parte dos frutos do tratamento apresentava esta condição, o tratamento era considerado encerrado. Assim, os frutos mantidos a 18°C sem sachê duraram cerca de 7 dias, os com sachê 10 dias, o mesmo tempo dos frutos armazenados a 6°C sem sachê. Os frutos armazenados a 6°C com sachê duraram mais tempo, sendo que a última bandeja foi retirada aos 28 dias de armazenamento. É preciso destacar que o experimento com este grupo foi considerado

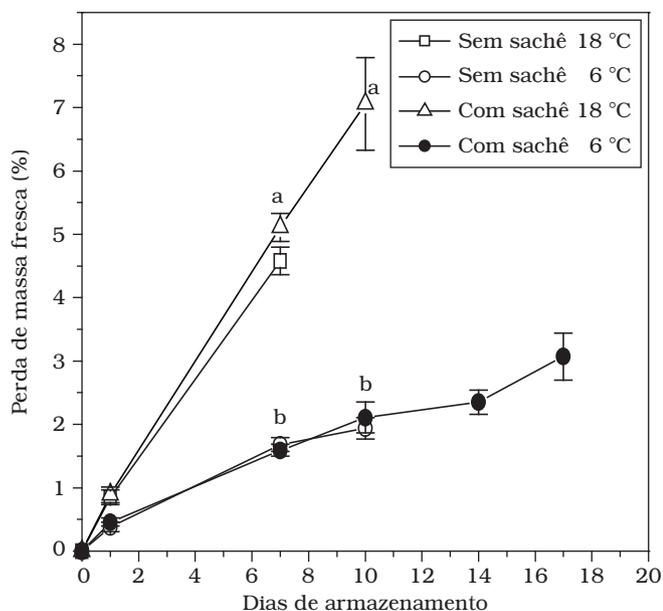


Figura 2. Perda de massa fresca (%) de nêsperas da cultivar Precoce de Itaquera, durante o armazenamento a diferentes temperaturas (6 e 18 °C). Pontos marcados com letras diferentes representam médias com diferença significativa entre as amostras no mesmo dia de armazenamento ($p > 0,05$). a) amostras com e sem sachê armazenadas a 18 °C; e b) amostras com e sem sachê armazenadas a 6 °C. Os pontos não marcados não apresentaram diferenças significativas entre os grupos ou não tinham correspondentes no mesmo dia para análise de comparação de médias.

encerrado aos 18 dias de armazenamento, quando o número de frutos já era estatisticamente pouco significativo.

Os frutos da cultivar utilizada neste estudo demonstraram maior sensibilidade ao etileno durante o armazenamento, diferentemente dos resultados obtidos por DING et al.⁶, com a cultivar Mogi. Nos estudos de armazenamento em baixas temperaturas com esta cultivar, a vida-de-prateleira dos frutos foi ampliada apenas com o emprego da baixa temperatura, sem a utilização de absorvedores de etileno. Em comparação, os resultados aqui obtidos mostraram que apenas a diminuição da temperatura de armazenamento não é um fator suficiente para extensão da vida-de-prateleira da cultivar Precoce de Itaquera, visto que o emprego dos sachês foi fundamental para este efeito.

3.4 Variação nos teores de açúcares solúveis

Apesar de apresentarem perfis diferentes entre tratamentos, o teor de sacarose (Figura 3) dos frutos diminuiu em todos os grupos de amostras, ao final de 1 semana, considerado o término do experimento para os frutos mantidos a 18 °C sem sachê. Nos frutos armazenados a 18 °C com sachê, houve uma recuperação parcial do teor inicial da sacarose e nos frutos armazenados a 6 °C a recuperação foi total. É provável que a degradação tenha sido uma resposta do fruto à injúria pelo frio, havendo um sistema de síntese de sacarose operante, que permite a síntese de novo da sacarose. Um processo semelhante

acontece no mamão, que degrada e ressintetiza sacarose em sincronia ao pico respiratório⁸.

A frutose e a glicose tiveram uma ligeira queda no grupo sem sachê, enquanto no grupo com sachê houve a manutenção e até um ligeiro aumento nos teores de frutose, provavelmente às custas da sacarose degradada. Os teores finais (17º dia) de glicose e frutose nos frutos armazenados a 6 °C - com sachê foram cerca de 30% mais altos que os teores iniciais. Isto é surpreendente, uma vez que a sacarose voltou aos níveis iniciais e a nêspira não tem amido que sirva de reserva de carbono para a síntese de açúcares. De maneira geral é possível afirmar que a manutenção a baixa temperatura e o uso dos sachês absorvedores de etileno não alteraram de forma expressiva os níveis de açúcares durante o período de armazenamento, como pode ser avaliado pela média das somas dos teores dos três açúcares analisados.

Além da sacarose, o carbono também é translocado na forma de sorbitol durante o desenvolvimento da nêspira, decrescendo de 1,2 para 0,25% na época da colheita¹. Na cultivar aqui analisada, também foi encontrado cerca de 0,25% de sorbitol na nêspira recém colhida (Figura 4), que aumentou para 0,4% nos frutos armazenados a 6 °C - com sachê. Nos demais grupos, o teor de sorbitol variou em torno do valor inicial. O aumento de sorbitol durante o armazenamento a baixa temperatura foi observado por DING et al.⁶ em nêspiras da cultivar Mogi armazenadas a 5 °C por 60 dias. Em maçãs, SUNI et al.¹⁵ também observaram o aumento de sorbitol durante o armazenamento a baixas temperaturas. Apesar da presença do sorbitol em quantidades expressivas nos frutos, não há estudos sobre o seu metabolismo em frutos, sendo a maior parte descritiva da atividade e expressão gênica, da sorbitol-6-fosfato desidrogenase, enzima chave na síntese de sorbitol¹⁶, em folhas de plantas da família das Rosáceas, à qual pertence a nêspira.

4 Conclusões

A vida-de-prateleira da nêspira pode ser aumentada por vários dias pela utilização de técnicas simples como: 1) o acondicionamento em bandejas de PVC, revestida de filme de PVC; 2) o armazenamento a baixas temperaturas (~6 °C); e 3) a adição de sachês de permanganato de potássio para remover o etileno produzido pelos frutos. Os resultados obtidos permitem concluir que a diminuição na respiração e nos teores de etileno foram fatores relevantes para alcançar tal resultado. As pequenas diferenças encontradas nos níveis de açúcares entre os frutos armazenados a 18 °C e os frutos armazenados a baixa temperatura com ou sem a adição de sachês absorvedores, permitem concluir que o frio induz poucas alterações nos níveis de açúcares solúveis na nêspira da cultivar Precoce de Itaquera, independente da presença do etileno. A exceção é feita ao sorbitol, cujos níveis aumentaram em função da baixa temperatura no armazenamento. A menor perda de massa fresca durante o armazenamento a baixa temperatura na presença do sachê absorvedor de etileno também é outro bom indicador do benefício que tal técnica de conservação pode trazer para a comercialização da nêspira in natura.

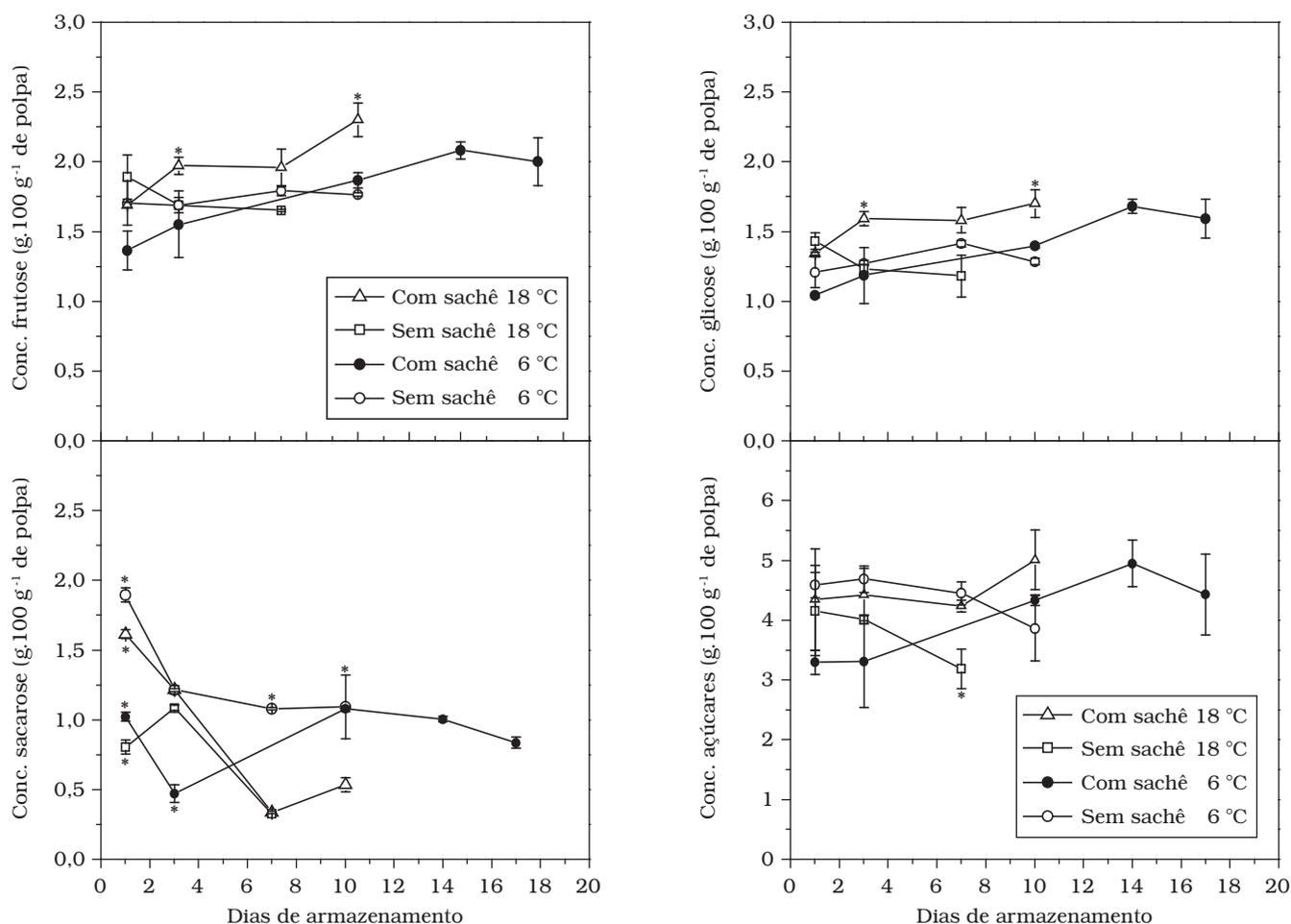


Figura 3. Teores de glicose, frutose sacarose e a soma dos três açúcares de nêsperas da cultivar Precoce de Itaquera, durante o armazenamento a diferentes temperaturas (6 e 18 °C). Pontos marcados com * representam médias com diferenças significativas em relação às médias de outros grupos no mesmo dia de armazenamento. Os pontos não marcados não apresentaram diferenças significativas entre os grupos ou não tinham correspondentes no mesmo dia para análise de comparação de médias.

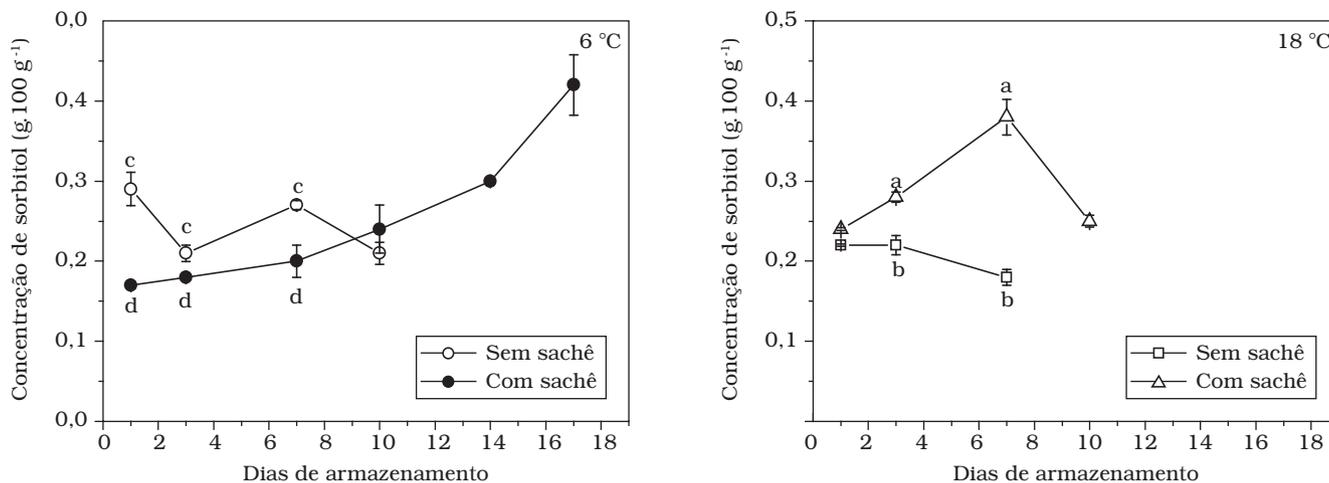


Figura 4. Teores de sorbitol de nêsperas da cultivar Precoce de Itaquera, durante o armazenamento a diferentes temperaturas (6 e 18 °C). Pontos marcados com letras diferentes representam médias com diferença significativa entre as amostras no mesmo dia de armazenamento ($p > 0,05$). Os pontos não marcados não apresentaram diferenças significativas entre as médias dos grupos ou não tinham correspondentes no mesmo dia para análise de comparação de médias.

Agradecimentos

Os autores agradecem o suporte financeiro da FAPESP e ao Engenheiro Agrônomo Hélio Chimentini Junior pela doação dos sachês de permanganato de potássio.

Referências bibliográficas

1. AMORÓS, A. et al. Physico-chemical and physiological changes during fruit development and ripening of five loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) cultivars. **Food Science and Technology International**, v. 9, n. 1, p.43-49, 2003.
2. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis of Association of Official Analytical Chemists**. W. Horwitz (ed.). 17. ed. Gaithersburg: AOAC International, 2000.
3. CABALLERO, P.; FERNÁNDEZ, M. A. Loquat, production and market. In: First International Symposium on Loquat, 11-13 Apr. 2002, Valencia (Spain). Zaragoza, Spain: CIHEAM-IAMZ, 2003, p.11-20.
4. CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESALQ/FAEPE, 1990. 208 p.
5. CORDENUNSI, B. R. et al. Effects of temperature on the chemical composition and antioxidant activity of three strawberry cultivars. **Food Chemistry**, v. 91, n. 1, p. 113-121, 2005.
6. DING, C. K. et al. Effects of storage temperatures on physiology and quality of loquat fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 14, n. 3, p. 309-315, 1998.
7. DING, C. K. et al. Modified atmosphere packaging maintains postharvest quality of loquat fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 24, n. 3, p. 341-348, 2002.
8. GOMEZ, M. L. P. A.; LAJOLO, F. M.; CORDENUNSI, B. R. Evolution of soluble sugars during ripening of papaya fruit and its relation to sweet taste. **Journal of Food Science**, v. 67, n. 1, p. 442-447, 2002.
9. KADER, A. A.; ZAGORY, D.; KERBEL, E. L. Modified atmosphere packaging of fruits in vegetable. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 28, n. 1, p. 1-30, 1989.
10. NASCIMENTO, J. R. O. et al. Beta-amylase expression and starch degradation during banana ripening. **Postharvest Biology and Technology** v. 40, n. 1, p. 41-47, 2006.
11. PURGATTO, E. et al. The onset of starch degradation during banana ripening is concomitant to changes in the content of free and conjugated forms of indole-3-acetic acid. **Journal of Plant Physiology**, v. 159, n. 10, p. 105-111, 2002.
12. RESENDE, J. M.; VILAS BOAS, E. V. de B.; CHITARRA, M. I. F. Uso de atmosfera modificada na conservação pós-colheita do maracujá amarelo. **Ciência Agrotécnica**, v. 25, n. 1, p. 159-168, 2001.
13. SHAW, P. E. Loquat. In: NAGY, S.; SHAW, P. E (eds.), **Tropical and Subtropical Fruits**. Westport: AVI Publishing Co. p.480-481, 1980.
14. SOUCI, S. W.; FACHMANN, W.; KRAUT, H. **Food Composition and Nutrition Tables**. 5. ed. Stuttgart: Medpharm Scientific Publishers, 1994. 1091p.
15. SUNI, M. et al. Carbohydrate composition and content of organic acids in fresh and stored apples. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, n. 10, p. 1538-1544, 2000.
16. TAO, R.; URATSU, S. L.; DANDEKAR, A. M. Sorbitol synthesis in transgenic tobacco with apple cDNA encoding NADP-dependent sorbitol-6-phosphate dehydrogenase. **Plant and Cell Physiology**, v. 36, n. 3, p. 525-532, 1995.