

AQUECIMENTO INTERMITENTE EM PÊSSEGOS 'BR-6' FRIGOCONSERVADOS¹

RICARDO ALFREDO KLUGE², ALEXANDRE HOFFMANN³, JAIR COSTA NACHTIGAL⁴,
ALDONIR BARREIRA BILHALVA⁵ e JOSÉ CARLOS FACHINELLO⁶

RESUMO - O presente trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento de pêssegos cultivar BR-6 submetidos ao aquecimento intermitente durante o armazenamento refrigerado. As frutas foram armazenadas por um período de 24 dias a 0°C e 90-95% UR, sendo que o aquecimento realizou-se no décimo dia de armazenamento, por períodos de 7, 21, 25 e 45 horas em temperatura de 25-26°C. A testemunha constou de frutas armazenadas continuamente a 0°C. A perda de peso das frutas foi maior à medida que aumentou o tempo de exposição das frutas ao aquecimento intermitente. Não houve influência dos tratamentos sobre o teor de sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT) e SST/ATT. A firmeza de polpa teve decréscimos mais acentuados nas frutas aquecidas do que nas não aquecidas. As podridões foram maiores nas frutas aquecidas por 45 horas. O escurecimento de polpa foi reduzido quando se utilizou o aquecimento intermitente por 21, 25 e 45 horas.

Termos para indexação: escurecimento de polpa, firmeza de polpa, qualidade dos frutos.

INTERMITTENT WARMING IN 'BR-6' PEACHES COLD STORED

ABSTRACT - The objective of this paper was to verify the behavior of peaches cultivar BR-6 in cold storage and submitted to intermittent warming. The fruits were stored for 24 days at 0°C and 90-95% RH. The treatments were warmed after ten days in cold storage for 7, 21, 25 and 45 hs at 25-26°C and continuous storage at 0°C. The weight loss of fruits was higher with longer exposure to intermittent warming. There was no influence of treatments on total soluble solids (TSS), total titratable acidity (TTA) and TSS/TTA. Pulp firmness decreased markedly in fruits after intermittent warming. Decay was higher in fruits warmed for 45 hs. The intermittent warming for 21, 25 and 45 hs reduced markedly pulp internal browning in fruits.

Index terms: pulp browning, pulp firmness, fruit quality, internal browning.

INTRODUÇÃO

Dentre os principais fatores que não permitem o armazenamento prolongado de frutas de caroço, tais como o pêssego, destaca-se a presença de danos causados pelas baixas temperaturas de armazenamento ("chilling"). Os sintomas do "chilling", segundo Lill et al. (1989), aparecem após duas ou três semanas de armazenamento em temperatura inferior a 10°C, e são traduzidos por alterações na textura da polpa ou lanosidade ("woolliness") ou pelo escurecimento da polpa ("internal browning").

¹ Aceito para publicação em 3 de abril de 1996.

² Eng. Agr., M.Sc., Doutorando do Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia da ESALQ/USP, Dep. de Horticultura, ESALQ/USP, Caixa Postal 9, CEP 13418-900 Piracicaba, SP.

³ Eng. Agr., M.Sc., Doutorando do Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia da UFLA, Dep. Agricultura, UFLA, Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras, MG.

⁴ Eng. Agr., M.Sc., Prof. Substituto, Dep. de Fitotecnia, UFPEL, Caixa Postal 354, CEP 96001-970 Pelotas, RS.

⁵ Eng. Agr., Ph.D., Prof. Titular, Dep. de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, UFPEL.

⁶ Eng. Agr., Dr., Prof. Titular, Dep. de Fitotecnia, UFPEL.

A lanosidade é decorrente de modificações na atividade das enzimas pectinolíticas nas temperaturas baixas. Ben-Arie & Sonogo (1980) verificaram aumento na atividade da pectinesterase e inibição da poligalacturonase em pêssegos 'Somerset' armazenados a 0°C. Essa mudança na atividade enzimática resultou na acumulação de substratos que seriam degradados pela poligalacturonase, tornando a polpa seca, farinhenta e com sabor desagradável, sintomas típicos da lanosidade.

O escurecimento de polpa é proveniente de mudanças na integridade e permeabilidade das membranas celulares que modificam o metabolismo normal da fruta e reduzem a atividade normal das enzimas ligadas às membranas, sobretudo as oxidases. A alteração na coloração da polpa se deve a danos causados às células por produtos intermediários tóxicos acumulados durante a frigoconservação, e à atividade dos compostos fenólicos (Gatti & Escudero, 1985; Markhart III, 1986; Wang, 1991; Crisosto, 1994). O aparecimento destes distúrbios variam em função da temperatura de armazenamento, tempo de exposição a ela, e cultivar (Ben-Arie & Sonogo, 1980; Chitarra & Chitarra, 1990).

Algumas técnicas têm sido pesquisadas para contornar estes problemas; dentre elas, o uso do aquecimento intermitente. Esta técnica, que consiste em interrupções periódicas da temperatura baixa de armazenamento, tem como objetivo melhorar o aspecto interno de pêssegos, mediante a minimização ou controle dos danos causados pelo "chilling" (Anderson, 1979; Brackmann, 1984; Wang, 1991; Hadlich & Araújo, 1993; Holland, 1993). Porém, os resultados encontrados variam entre as diferentes cultivares e locais, e são, algumas vezes, contraditórios, no que se refere à manutenção de outras características de qualidade importantes.

O objetivo do presente trabalho foi verificar a influência do aquecimento intermitente durante o armazenamento refrigerado de pêssegos (*Prunus persica* Batsch) cultivar BR-6, sobre algumas características físico-químicas das frutas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em câmara frigorífica e laboratório do Departamento de Tecnologia Agroindustrial da Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", da Universidade Federal de Pelotas, RS. Pêssegos semi-maduros da cultivar BR-6 foram colhidos no dia 20 de janeiro de 1994, selecionados, pesados, tratados com fungicida Benomyl (Benlate a 0,6% do produto comercial), colocados em redes de plástico, dentro de sacos de polietileno de baixa densidade (espessura 20 µ), perfurados (doze furos de 7 mm de diâmetro), e, por fim, em caixas plásticas.

O armazenamento realizou-se em câmara frigorífica regulada para 0°C e 90-95% de umidade relativa, por um período de 24 dias. Os tratamentos utilizados foram os seguintes: T1 = frutas armazenadas por 24 dias com aquecimento por 7 horas aos 10 dias; T2 = frutas armazenadas por 24 dias com aquecimento por 21 horas aos 10 dias; T3 = frutas armazenadas por 24 dias com aquecimento por 25 horas aos 10 dias; T4 = frutas armazenadas por 24 dias com aquecimento por 45 horas aos 10 dias; T5 = frutas armazenadas por 24 dias continuamente a 0°C.

A temperatura utilizada no aquecimento foi de 25-26°C.

Ao final dos 24 dias de armazenamento, as frutas foram retiradas da embalagem de polietileno e submetidas a uma comercialização simulada de dois dias, em temperatura ambiente.

Os parâmetros avaliados foram: a) perda de peso, durante o armazenamento e comercialização simulada, em %; b) firmeza de polpa, medida com penetrômetro de ponteira 5/16 polegadas de diâmetro, expressa em libras/pol²; c) teor de sólidos solúveis totais (SST), medido por refratometria, expresso em °Brix; d) acidez total titulável (ATT), por titulação com NaOH 0,1 N até pH 8,1, expressada em %; e) relação SST/ATT, pelo quociente dos dois constituintes; f) incidência de podridões, por análise visual e apresentando os resultados em %; g) distúrbios fisiológicos, avaliado após o corte das frutas, verificando sintomas de lanosidade ou de escurecimento interno, expressando os resultados em percentagem.

As avaliações, com exceção da perda de peso, foram realizadas após a comercialização simulada.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições. Cada repetição foi composta por seis frutas. Para a avaliação de colheita, foram utilizadas três repetições de seis frutas.

Os resultados foram submetidos à análise da variação e comparação múltipla de médias mediante o teste de Duncan a 5 % de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão registrados os valores encontrados quanto às características físico-químicas das frutas por ocasião da colheita.

As perdas de peso das frutas, verificadas durante o armazenamento e comercialização, estão registradas na Tabela 2. Durante o armazenamento, as perdas de peso das frutas foram crescentes a me-

TABELA 1. Parâmetros físico-químicos de pêssegos (*Prunus persica* Batsch) cultivar BR-6, na colheita.

Parâmetro	Valor
Peso médio (g)	79,70
Firmeza de polpa (lib/pol ²)	12,48
Sólidos solúveis totais (SST, em °Brix)	15,76
Acidez total titulável (ATT, em %)	0,85
SST/ATT	18,54

TABELA 2. Perda de peso em pêssegos (*Prunus persica* Batsch) cultivar BR-6, submetidos a diferentes regimes de armazenamento¹.

Tratamento ²	Perda de peso (%)		
	Frigocon-servação	Comercia-lização ³	Total
T1	0,21a	3,72a	3,93a
T2	0,48b	4,00a	4,48a
T3	0,67bc	3,87a	4,54a
T4	0,85c	3,70a	4,55a
T5	0,14a	3,76a	3,90a
CV (%)	20,51	3,72	12,35

¹ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

² T1 = frutas armazenadas por 24 dias com aquecimento por 7 horas aos 10 dias; T2 = frutas armazenadas por 24 dias com aquecimento por 21 horas aos 10 dias; T3 = frutas armazenadas por 24 dias com aquecimento por 25 horas aos 10 dias; T4 = frutas armazenadas por 24 dias com aquecimento por 45 horas aos 10 dias; T5 = frutas armazenadas por 24 dias continuamente a 0°C.

³ Comercialização: após a frigoconservação, as frutas foram submetidas a uma comercialização simulada de dois dias em temperatura ambiente (25-26°C).

da que aumentou o número de horas de aquecimento intermitente. Este fato está ligado ao aumento da respiração e transpiração da fruta, que são tanto maiores quanto maior a temperatura de exposição. Desta forma, as frutas que foram aquecidas por 21, 25 e 48 horas tiveram perdas de peso significativamente superiores às que foram aquecidas por sete horas, e às não-aquecidas. Estes resultados estão de acordo com os observados por Holland (1993), que verificou maiores perdas de peso em pêssegos 'Biuti' submetidos ao aquecimento intermitente, em relação aos mantidos em frigoconservação contínua.

Durante a comercialização não houve diferenças significativas entre os tratamentos sobre a perda de peso, e os valores oscilaram entre 3,7 a 4,0% (Tabela 2).

Com relação à acidez total titulável (ATT), não houve diferenças significativas entre os tratamentos, e os valores oscilaram entre 0,50 e 0,56% (Tabela 3). Estes resultados contrariam, em parte, os observados por Hadlich & Araújo (1993), que verificaram diminuições mais intensas na ATT de pêssegos 'Diamante' e 'Eldorado', em decorrência do aquecimento intermitente.

TABELA 3. Teor de sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT) e relação SST/ATT em pêssegos (*Prunus persica* Batsch) cultivar BR-6, submetidos a diferentes regimes de armazenamento¹.

Tratamento ²	SST (°Brix)	ATT (%)	SST/ATT
T1	14,86a	0,51a	29,13a
T2	15,08a	0,56a	26,92a
T3	14,96a	0,55a	27,20a
T4	14,83a	0,50a	29,66a
T5	15,18a	0,51a	29,76a
CV (%)	1,83	7,12	8,61

¹ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

² T1 = frutas armazenadas por 24 dias com aquecimento por 7 horas aos 10 dias; T2 = frutas armazenadas por 24 dias com aquecimento por 21 horas aos 10 dias; T3 = frutas armazenadas por 24 dias com aquecimento por 25 horas aos 10 dias; T4 = frutas armazenadas por 24 dias com aquecimento por 45 horas aos 10 dias; T5 = frutas armazenadas por 24 dias continuamente a 0°C.

Apesar de ter havido variação nos teores de sólidos solúveis totais (SST) entre os tratamentos realizados, não houve diferenças estatísticas entre eles (Tabela 3). O teor de SST variou de 14,83°Brix no tratamento 4, e a 15,18°Brix no tratamento 5.

Não houve efeito dos tratamentos sobre a relação SST/ATT, e os valores oscilaram entre 26,9 e 29,7 (Tabela 3).

A diminuição da firmeza de polpa tendeu a ser proporcional ao aumento do tempo de exposição à temperatura ambiente após os dez dias a 0°C (Tabela 4). Desta maneira, as frutas expostas continuamente a 0°C apresentaram firmeza de polpa significativamente maior ao final de 24 dias de armazenamento (11,91 libras/pol²), diminuindo pouco mais de 0,5 libras/pol² ao longo de 24 dias de refrigeração. As frutas dos demais tratamentos tiveram decréscimos de firmeza bem mais acentuados, tendo alcançado, ao final do período de armazenamento, valores entre 5,73 (T4) a 7,44 libras/pol² (T1). Este tipo de resposta está relacionada com a atividade das enzimas pectinesterase e poligalacturonase, que são as responsáveis pela perda

de firmeza de polpa das frutas. A atividade destas enzimas aumenta proporcionalmente ao aumento da temperatura de exposição das frutas (Dilley, 1970).

As podridões ocorreram com maior frequência no tratamento 4 (em 88% das frutas), provavelmente em decorrência do maior tempo de exposição à temperatura alta no aquecimento intermitente, que pode ter favorecido o aumento da incidência de fungos. Além disso, a presença do polietileno ao redor dos frutos pode ter criado uma atmosfera mais favorável a estes patógenos causadores de podridões, neste período de aquecimento intermitente. Os demais tratamentos não diferiram entre si, e o percentual de frutas podres variou de 28% a 46% (Tabela 4).

Dos distúrbios fisiológicos causados pela temperatura baixa, apenas o escurecimento de polpa se fez presente, caracterizado por áreas de coloração marrom ao redor do caroço. Esse foi significativamente maior nas frutas dos tratamentos 1 e 5 (62,61% e 67,85%, respectivamente), em comparação com os tratamentos 2, 3 e 4, que, por sua vez, apresentaram 2,34, 1,10 e 0,0% de frutas com polpa escurecida, respectivamente. Os resultados encontrados demonstram a eficiência da técnica do aquecimento intermitente na minimização deste distúrbio, o que está de acordo com Anderson (1979) e Holland (1993), que observaram redução na incidência e intensidade do escurecimento de polpa de pêssegos quando utilizaram o aquecimento intermitente.

O efeito do aquecimento intermitente é a remoção de substâncias tóxicas, principalmente dos compostos fenólicos, que se acumulam nas baixas temperaturas, e causam os danos fisiológicos. O aumento da temperatura aparentemente aumenta a atividade metabólica, responsável pela remoção do excesso de intermediários, e reabastece as deficiências que foram desenvolvidas durante o "chilling". O aquecimento intermitente serviria para reparar os danos feitos nas membranas celulares e restaurar o metabolismo normal das frutas (Shewfelt & Prussia, 1993).

O tempo de exposição das frutas às temperaturas mais altas no aquecimento intermitente é importante, e parece determinar o grau do benefício desta técnica, uma vez que no presente experimento a exposição a 25-26°C por sete horas não diferiu do

TABELA 4. Firmeza de polpa, podridões e escurecimento de polpa em pêssegos (*Prunus persica* Batsch) cultivar BR-6, submetidos a diferentes regimes de armazenamento¹.

Tratamento ²	Firmeza de polpa (lib/pol ²)	Podridões (%)	Escurecimento de polpa (%)
T1	7,44a	32,16a	62,60a
T2	6,33ab	28,26a	2,34b
T3	6,29ab	46,16a	1,10b
T4	5,73b	88,62b	0,00b
T5	11,91c	37,39a	67,83a
CV (%)	11,39	33,07	45,61

¹ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

² T1 = frutas armazenadas por 24 dias com aquecimento por 7 horas aos 10 dias; T2 = frutas armazenadas por 24 dias com aquecimento por 21 horas aos 10 dias; T3 = frutas armazenadas por 24 dias com aquecimento por 25 horas aos 10 dias; T4 = frutas armazenadas por 24 dias com aquecimento por 45 horas aos 10 dias; T5 = frutas armazenadas por 24 dias continuamente a 0°C.

armazenamento contínuo, para a maioria dos parâmetros avaliados, ao passo que exposições por 45 horas elevaram em demasia o percentual de frutas podres. Exposições intermediárias (21 e 25 horas) apresentaram resultados melhores, uma vez que houve redução no percentual de frutas com polpa escurecida e poucas variações nos demais parâmetros de qualidade. A desvantagem do aquecimento por 25 horas, no presente experimento, foi a contabilização de quase 50% de frutas podres ao final do período de armazenamento. São ainda necessários trabalhos que minimizem a ocorrência de fungos no tempo de armazenamento, que constituem outro fator determinante, na refrigeração de muitas frutas, e que mais contribui para a perda de qualidade dos frutos.

CONCLUSÕES

1. O aquecimento intermitente, quando empregado adequadamente, reduz sensivelmente o aparecimento de escurecimento de polpa em pêssegos da cv. BR-6, sem afetar drasticamente outros parâmetros de qualidade.

2. A maior redução no escurecimento de polpa é alcançada quando, após dez dias de armazenamento a 0°C, as frutas são colocadas por um período de 21 horas sob temperatura ambiente, retornando em seguida para 0°C e permanecendo até 24 dias sob estas condições.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, R.E. The influence of storage temperature and warming during storage on peach and nectarine fruit quality. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v.104, p. 456-461, 1979.
- BEN-ARIE, R.; SONEGO, L. Pectolytic enzyme activity involved in woolly breakdown of stored peaches. *Phytochemistry*, Oxford, v.19, n.12, p. 2553-2555, 1980.
- BRACKMANN, A. **Frigoconservação contínua e intermitente de pêssegos (*Prunus persica* (L.) Batsch) cultivares Convênio e Capdeboscq, em atmosfera normal e modificada.** Pelotas: Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas, 1984. 105p. Dissertação de Mestrado.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio.** Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 320p.
- CRISOSTO, C.H. Factores que afectan la calidad de la fruta y su deterioro en postcosecha. In: CURSO INTERNACIONAL DE FRUTALES DE CAROZO, 1994, General Roca, Rio Negro. *Anais...* General Roca, Rio Negro: [s.n.], 1994. cap. 7.1, p.1-10.
- DILLEY, D.R. Enzymes. In: HULME, A.C. **The Biochemistry of fruits and their products.** London: Academic Press, 1970. 1v., p. 159-178.
- GATTI, R.; ESCUDERO, P. Pardeamiento interno en frutales de carozo. *Revista Fruticola*, Curicó, v.6, n.2, p. 45-48, 1985.
- HADLICH, E.; ARAÚJO, P. J. de. Frigoconservação contínua e intermitente de pêssegos (*Prunus persica* (L.) Batsch) cultivares Diamante e Eldorado. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v.15, n.1, p. 177-183, 1993.
- HOLLAND, N. **Conservação pós-colheita de pêssegos (cv. Biuti): interação entre cálcio e temperatura.** Lavras: Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1993. 116p. Dissertação de Mestrado.
- LILL, R.E.; O'DONOGHUE, E.M.; KING, G.A. Postharvest physiology of peaches and nectarines. *Horticultural Review*, Portland, v.11, p. 413-452, 1989.
- MARKHART III, A.H. Chilling injury: A review of possible causes. *HortScience*, Alexandria, v. 26, n.6, p.1329-1333, 1986.
- SHEWFELT, R.L.; PRUSSIA, S.E. **Postharvest handling: a systems approach.** New York: Academic Press, 1993. 358p.
- WANG, C.Y. Reduction of chilling injury in fruits and vegetables. *Postharvest News and Information*, Wallingford, v. 2, n.3, p.165-168, 1991.