

Pré-resfriamento para conservação pós-colheita de melões Cantaloupe 'Hy Mark'

Auri Brackmann (1*); Rogério de Oliveira Anese (1); Ricardo Fabiano Hettwer Giehl (2); Anderson Weber (1); Ana Cristina Eisermann (2); Ivan Sestari (3)

(1) Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Fitotecnia, Avenida Roraima, nº 1000, Santa Maria (RS).

(2) Institut für Pflanzenernährung, Universität Hohenheim, Stuttgart, Alemanha.

(3) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Departamento de Ciências Biológicas, Caixa Postal 9 13418-900 Piracicaba (SP).

(*) Autor correspondente: auri.brackmann@gmail.com

Recebido: 4/ago./2010; Aceito: 4/dez./2010

Resumo

O objetivo do presente trabalho foi estudar o efeito de diferentes técnicas de pré-resfriamento para a conservação de melões Cantaloupe 'Hy Mark'. As formas de pré-resfriamento testadas foram: [1] resfriamento na câmara de armazenamento (RC); [2] pré-resfriamento com ar forçado (RAF) até a temperatura da polpa atingir 8 °C; [3] pré-resfriamento em água (RA) até 8 °C; [4] RA até 15 °C e [5] 24 horas a 20 °C antes do RC (retardamento do resfriamento - RR). Com o pré-resfriamento em ar forçado até 8 °C e o pré-resfriamento em água até 15 °C, obteve-se maior firmeza e menor escurecimento da polpa, sendo as melhores formas de pré-resfriamento para melões Cantaloupe 'Hy Mark'.

Palavras-chave: *Cucumis melo* L., pós-colheita, qualidade.

Pre-cooling for the conservation of Cantaloupe 'Hy Mark' melons

Abstract

The aim of this work was to study the effect of different techniques of pre-cooling for the conservation of 'Hy Mark' melons. The following pre-cooling treatments were evaluated: [1] cooling the fruits in the storage chamber (RC), [2] pre-cooling with forced-air (FAPC) until the pulp temperature reached 8 °C, [3] pre-cooling in water (WPC) to 8 °C, [4] WPC to 15 °C and [5] 24 hours at 20 °C before the RC (delay of cooling - RR). With pre-cooling in forced air at 8 °C and pre-cooling at 15 °C, high firmness and reduced internal browning were obtained, being the best ways of pre-cooling Cantaloupe 'Hy Mark' melons.

Key words: *Cucumis melo* L., post harvest, quality.

1. INTRODUÇÃO

O cultivo de melões (*Cucumis melo* L.), no Brasil, tem aumentado consideravelmente nos últimos anos, sendo uma fruta de grande importância para a exportação, pois, em 2008, em termos de valor monetário, foi a segunda fruta de maior importância para as exportações brasileiras, movimentando mais de U\$\$ 150 milhões naquele ano (IBRAF, 2010). Tal situação se deve em grande parte à boa aceitação do melão pelo mercado externo, especialmente para países europeus. A produção de melões está fortemente concentrada na Região Nordeste, onde as condições edafoclimáticas permitem até três cultivos anuais (PEREIRA et al., 2003). Por outro lado, na Região Sul, o período de produção de melões é menor. No entanto, considerando-se a existência de grande mercado consumidor nessa região, o cultivo de melões torna-se economicamente interessante.

Apesar de grande parte dos melões produzidos no Brasil serem do grupo Inodorus, o cultivo de melões Reticulados, pertencentes ao grupo Cantaloupensis, dentre eles a cultivar Cantaloupe 'Hy Mark', chamados de melões nobres, vem aumentando. As principais características desses frutos são o aroma e sabor mais pronunciados em relação aos melões do grupo Inodorus (PURQUERIO et al., 2003). Por outro lado, os melões do grupo reticulados são climatéricos (BOWER et al., 2002) e, portanto, com elevada produção de etileno e acentuada taxa respiratória no momento em que se desprendem das plantas (PRATT et al., 1977; SHELLIE e SALTVEIT, 1993). Por esse motivo, é de crucial importância a redução desses processos para a manutenção da qualidade pós-colheita de melões. Para isso, utiliza-se o armazenamento refrigerado (AR) dos frutos. Em muitos casos, anteriormente ao AR, os melões são submetidos ao pré-resfriamento, que consiste na rápida retirada do calor dos melões imedia-

tamente após sua colheita (MORAIS et al., 2009), o que ajuda a reduzir ainda mais o metabolismo dos frutos. Esta técnica já teve sua eficiência comprovada em muitas espécies de frutas perecíveis, como peras e pêssegos (BECKER e FRICKE, 2002; BRACKMANN et al., 2009).

O pré-resfriamento pode ser realizado utilizando-se de diferentes meios, como a água, o ar, o vácuo ou o gelo. As principais diferenças entre um método e o outro são o custo de execução e a eficiência na remoção do calor, e, conseqüentemente, a manutenção da qualidade de cada tipo de fruto (KALBASI-ASHTARI, 2004). Segundo MORAIS et al. (2009), melões Cantaloupe são resfriados em túneis até atingirem a temperatura da polpa de 3 °C. SUSLOW et al. (2009) afirma que, geralmente, os frutos são pré-resfriados até atingirem temperatura da polpa de 10 °C. Contudo, na literatura há uma carência de informações a respeito da melhor técnica de pré-resfriamento que possa ser mais adequada, resultando no retardamento do amadurecimento de melões *in natura*, mantendo a qualidade.

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi estudar o efeito de diferentes técnicas de pré-resfriamento para a conservação de melões Cantaloupe 'Hy Mark'.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado com melões Cantaloupe 'Hy Mark' cultivados na região de Santa Maria, RS (latitude: 29°43'23"S, longitude: 53°43'15"W e altitude: 95m). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, subtropical úmido com temperatura média do mês mais quente superior a 22 °C (MORENO, 1961), com precipitação pluvial anual média de 1700 mm. O solo onde os melões foram produzidos é classificado como Argissolo Vermelho distrófico arênico. O espaçamento utilizado entre plantas foi de 2,0 x 0,50 m, a adubação fornecida às plantas totalizou, em hectare, 80 kg de nitrogênio, 120 kg de fósforo e 60 kg de potássio.

Os frutos foram colhidos quando o pedúnculo estava rachado em torno de 25% e com rendimento uniforme, tendo as seguintes características de maturação: cor da polpa de 64,6 para L*, 47,6 para C* e 67,5 para h°; firmeza da polpa de 57,2 N; e sólidos solúveis de 9,38 °Brix. Após a colheita, os melões foram imediatamente transportados até o Núcleo de Pesquisa em Pós-colheita, da mesma universidade, para a aplicação dos tratamentos, que consistiram de diferentes formas de pré-resfriamento, sendo: [1] resfriamento na câmara de armazenamento (RC); [2] pré-resfriamento com ar forçado (RAF) até a temperatura da polpa atingir 8 °C; [3] pré-resfriamento em água (RA) até 8 °C; [4] RA até 15 °C e [5] 24 horas a 20 °C antes do RC (retardamento do resfriamento - RR). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com seis repetições compostas por quatro frutos cada uma.

O resfriamento na câmara de armazenamento (Tratamentos 1 e 5) foi efetuado em câmara frigorífica com 45 m³ de volume, com temperatura do ar de 3 °C. O resfriamento com ar forçado (Tratamento 2) foi efetuado em túnel experimental, sendo a velocidade e a temperatura do ar ajustadas em 5 m.s⁻¹ e -2,0 °C ± 0,2 °C respectivamente. A umidade relativa do ar circulado através do túnel de resfriamento foi mantida em 90% ± 2,0%. A temperatura da polpa foi monitorada por meio de termômetros de bulbo de mercúrio da marca Incoterm[®] com 0,1 °C de resolução, que foram inseridos em alguns frutos de cada lote pré-resfriado. Os frutos utilizados para monitorar as temperaturas da polpa não faziam parte das amostras experimentais e, portanto, não foram armazenados.

O pré-resfriamento em água foi realizado com o auxílio de um pré-resfriador experimental, por meio da submersão dos frutos em água à temperatura de 0,2 °C ± 0,1 °C. A água utilizada foi proveniente de poço artesiano, na qual não foi realizado tratamento com cloro. Quando a temperatura da polpa dos frutos atingia os valores preestabelecidos para cada tratamento, os frutos eram imediatamente retirados do pré-resfriador e mantidos por dois minutos a 0,5 °C, antes de serem armazenados. Após a aplicação dos tratamentos, os frutos foram armazenados em ambiente refrigerado a 3 °C ± 0,2 °C.

Depois de serem submetidos aos tratamentos, os melões foram armazenados sob refrigeração, na temperatura de 3 °C. A temperatura da câmara frigorífica foi regulada automaticamente, através de termostato eletrônico, sendo acompanhada diariamente por meio de termômetros de bulbo de mercúrio da marca Incoterm[®], com precisão de 0,1 °C, inseridos na polpa de frutos. A umidade relativa permaneceu em 95% ± 2%. Os frutos de todos os tratamentos permaneceram nessa condição durante 20 dias.

Após o período de armazenamento, os frutos foram expostos à temperatura de 20 °C, durante dois dias, para simular o período de comercialização, antes de serem avaliados quanto às seguintes características de qualidade: firmeza da polpa, determinada na região equatorial dos frutos, em dois lados opostos, por meio da remoção de 2 mm da epiderme com auxílio de um penetrômetro manual com ponteira de 11 mm de diâmetro, resultados expressos em Newtons (N); acidez titulável (AT), por meio da titulação de 10 mL de suco diluído em 100 mL de água e titulado com solução de hidróxido de sódio (NaOH) até pH 8,1, sendo os resultados expressos em porcentagem de ácido cítrico; sólidos solúveis (SS), com refratômetro manual com compensação da temperatura para 20 °C, expressos em graus Brix; cor da polpa, com colorímetro marca Minolta[®] (modelo CR-310) que utiliza o sistema de cores CIELAB L*, a*, b*, sendo os resultados expressos em L*, que representa a luminosidade (vai de zero a 100 - o valor zero é totalmente preto e 100 totalmente branco), C* a cromaticidade (intensidade ou saturação de cor, sendo definida pela distância do ângulo hue no centro

do diagrama tridimensional) e h° o ângulo hue (mostra a localização da cor em um diagrama, em que o ângulo 0° representa vermelho puro; 90° representa o amarelo puro; 180° , o verde puro e 270° , o azul).

Realizou-se a análise da variância e as médias foram comparadas entre si pelo teste de Duncan em nível de $p > 0,05$ de probabilidade de erro. Todas as análises foram processadas pelo programa Sisvar (InstallShield Corporation, Inc. Lavras, MG).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pré-resfriamento em água e sob ar forçado reduziram a temperatura dos melões até 8°C em aproximadamente 2,75 e 3,3 horas, respectivamente, enquanto os frutos resfriados na câmara frigorífica atingiram essa temperatura após 10 horas (Figura 1). Com relação a essas formas de pré-resfriamento, SUSLOW et al. (2009) afirma que o pré-resfriamento em túnel de ar forçado é o método mais utilizado para melões, apesar de KADER (2002) afirmar que o resfriamento em água fria é mais eficiente. O resfriamento em água fria permite uma alta taxa de transferência de calor, podendo reduzir o tempo de resfriamento em três ou dez vezes, quando comparado ao resfriamento em ar forçado ou câmara frigorífica respectivamente (TERUEL et al., 2002). No presente experimento o ar forçado, no entanto, ocorreu nem tempo similar, o que pode ser explicado pela temperatura e principalmente pela velocidade com que o ar atuou nos frutos. LOUZADA et al. (2003) afirmam que o decréscimo da temperatura dos frutos é maior e o tempo de resfriamento diminui com o aumento da velocidade do ar de 1 m s^{-1} para 3 m s^{-1} e a redução da temperatura do ar refrigerado de -1°C para -3°C , sendo o decréscimo na temperatura e o tempo de resfriamento mais dependentes da velocidade do ar da refrigeração do que da temperatura do ar na entrada do túnel.

O retardamento do resfriamento em 24 horas ocasionou uma perda significativa da firmeza da polpa, após 20 dias de armazenamento a 3°C e mais dois dias a 20°C (Tabela 1). Nos frutos resfriados rapidamente, especialmente aqueles resfriados com ar forçado, houve maior firmeza da polpa, apesar de não diferir estatisticamente

do resfriamento em água até 8 e 15°C . A acidez titulável também foi menor nos melões resfriados apenas 24 horas após a colheita, diferindo apenas dos frutos resfriados na câmara frigorífica. Provavelmente, o fator que influenciou na manutenção da firmeza da polpa e na acidez dos frutos pré-resfriados foi a rápida diminuição da temperatura após a colheita, o que fez reduzir a velocidade do metabolismo degradativo dos melões. Melões do grupo Reticulado, como o 'Hy Mark', são climatéricos (BOWER et al., 2002), ou seja, com pico na produção de etileno e respiração, as quais são reduzidas em baixas temperaturas. Levando em consideração que a atividade enzimática, que controla a perda da firmeza, é influenciada pela produção de etileno (PAYASTI et al., 2009) e o consumo dos ácidos orgânicos são influenciados pela taxa respiratória (TAIZ e ZEIGER, 2009), é de grande importância a remoção imediata do calor de campo para a manutenção dos atributos físicos e químicos dos frutos.

Os teores de SS não foram influenciados pelas técnicas de resfriamento avaliadas (Tabela 1). Também se pode observar que houve pouca alteração no teor de SS entre a colheita e o fim do armazenamento, estando de acordo com as informações encontradas na literatura a respeito da pouca alteração do teor de SS na fase pós-colheita de melões (SALES JUNIOR et al., 2006). Outros autores, como VILLANUEVA et al. (2004), que compararam diferentes estádios de maturação de melões do mesmo grupo utilizado no presente estudo, reportam que a concentração de açúcares praticamente não se alterou após a colheita. No que se refere à exportação, o teor de açúcares manteve-se adequado, exceto para os frutos do tratamento com retardo no resfriamento, pois os melões Cantaloupe devem ter SS de no mínimo 10°Brix para serem exportados (ALVES et al., 2000; SALES JUNIOR et al., 2006).

Com relação à cor da polpa, nos frutos pré-resfriados com ar forçado e em água até 15°C foi observado que a polpa ficou menos escurecida do que nos frutos pré-resfriados em água até 8°C e os submetidos ao retardo no resfriamento. Esse resultado é evidenciado por maiores valores de L^* nos frutos daqueles tratamentos apesar de não diferir dos resfriados na câmara (Tabela 1). Esse fato demonstra que o pré-resfriamento com ar forçado e em água até 15°C , provavelmente, provocaram menos

Tabela 1. Características físico-químicas de melões Cantaloupe 'Hy Mark', submetidos a diferentes formas de pré-resfriamento e armazenados durante 20 dias na temperatura de 3°C mais dois dias a 20°C

Tipo de resfriamento ⁽¹⁾	Firmeza de polpa (N)	AT (% ácido cítrico)	SS ($^\circ\text{Brix}$)	Cor da polpa		
				L^*	C^*	h°
RC	24,0 b	0,087 a	10,4 a	66,2 ab	44,7 a	69,2 b
RAF até 8°C na polpa	30,5 a	0,070 ab	10,5 a	68,0 a	45,0 a	70,9 a
RA até 15°C na polpa	28,2 ab	0,077 ab	10,2 a	68,2 a	45,3 a	69,9 b
RA até 8°C na polpa	28,5 ab	0,080ab	10,3 a	65,2 b	44,2 a	70,2 ab
RR 24 horas 20°C	11,0 c	0,068 b	9,9 a	65,3 b	43,9 a	69,4 b
CV (%)	15,47	16,98	9,15	2,12	2,63	0,95

(¹) RC=resfriamento na câmara; RAF= resfriamento em ar forçado; RA= resfriamento em água; RR= retardamento do resfriamento. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Duncan, em nível de 5% de probabilidade de erro.

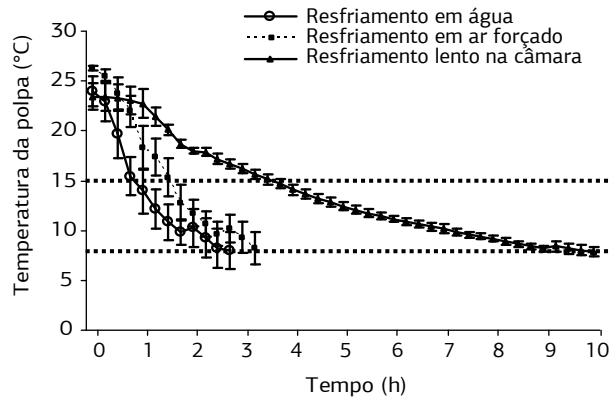


Figura 1. Temperatura da polpa e tempo de resfriamento de melões Cantaloupe 'Hy Mark' em função do método de pré-resfriamento empregado. Os valores representam as médias \pm desvio-padrão ($n = 5$ frutos). As linhas horizontais pontilhadas demarcam as temperaturas de 15 e 8 °C.

alterações no funcionamento normal das células, resultando em menor escurecimento da polpa dos melões. No que diz respeito ao ângulo hue, os frutos submetidos ao pré-resfriamento em ar forçado e em água até 8 °C tiveram alteração mais acentuada na cor da polpa, comparada com a análise inicial dos frutos, pois o hue passou de 67,5° para um valor em torno de 70°. Esse resultado demonstra que, nestes tratamentos, a cor salmão da polpa mudou para um tom mais amarelado. A intensidade da cor não representou diferença significativa, demonstrando que nas formas de pré-resfriamento testadas não houve influência nesta característica.

4. CONCLUSÃO

Para prolongar a vida pós-colheita de melões Cantaloupe 'Hy Mark', as melhores formas de pré-resfriamento são ar forçado até 8 °C e em água até 15 °C, mensurado na polpa do fruto, pois se obtém maior firmeza e menor escurecimento da polpa.

REFERÊNCIAS

ALVES, R.E.; PIMENTEL, C.R.; MAIA, C.E.; CASTRO, E.B.; VIANA, F.M.; COSTA, F.V.; ANDRADE, G.G.; FILGUEIRAS, H.A.C.; ALMEIDA, J.H.S.; MENEZES, J.B.; COSTA, J.G.; PEREIRA, L.S.E. Manual de melão para exportação. Embrapa: Brasília, DF, 2000. 51p.

BECKER, B.R.; FRICKE, B.A. Hydrocooling time estimation methods. *International Communications in Heat and Mass Transfer*, v.29, p.165-174, 2002.

BOWER, J.; HOLFORD, P.; LATCHÉ, A.; PECH, J.C. Culture conditions and detachment of the fruit influence the effect of

ethylene on the climacteric respiration of melon. *Postharvest Biology and Technology*, v.26, p.135-146, 2002.

BRACKMANN, A.; WEBER, A.; GIEHL, R.F.H.; EISERMANN, A.C. Pré-resfriamento sobre a qualidade de pêssegos 'Chiripá'. *Ciência Rural*, v.39, p.2354-2360, 2009.

IBRAF (Instituto Brasileiro de Frutas), 2009. Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br/estatisticas/Exportação/ComparativoExportacoesBrasileiras2008-2007.pdf>>. Acesso: 16/11/2010.

KALBASI-ASHTARI, A. Effects of post-harvest pre-cooling processes and cyclical heat treatment on the physico-chemical properties of "Red Haven Peaches" and "Shahmavch Pears" during cold storage. *Agricultural Engineering International*, v.6, p.1-17, 2004.

KADER, A.A. *Postharvest technology of horticultural crops*. 3.ed. Oakland : University of California, Agriculture and Natural Resources, 2002. 580p.

LOUZADA, M.I.F.; SESTARI, I.; HELDWEIN, A.B.; BRACKMANN, A. Pré-resfriamento de maçã (*Malus domestica* Borkh.), cv. Fuji, em função da temperatura e velocidade do ar. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.25, p. 555-556, 2003.

MORAIS, P.L.D.; SILVA, G.G.; MAIA, E.N.; MENEZES, J.B. Avaliação das tecnologias pós-colheita utilizadas e da qualidade de melões nobres produzidos para exportação. *Ciência e Tecnologia dos Alimentos*, v.29, p.214-218, 2009.

MORENO, J.A. *Clima do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura. 1961. 46p.

PAYASI, A.; MISHRA, N.N.; CHAVES, A.L.S.; SINGH, R. Biochemistry of fruit softening: an overview. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, v.15, p.103-113, 2009.

PEREIRA F.H.F.; NOGUEIRA I.C.C.; PEDROSA J.F.; NEGREIROS M.Z.; BEZERRA NETO F. Poda da haste principal e densidade de cultivo na produção e qualidade de frutos em híbridos de melão. *Horticultura Brasileira*, v.21, p.191-196, 2003.

PURQUERIO, L.F.V.; CECILIO FILHO, A.B.; BARBOSA, J.C. Efeito da concentração de nitrogênio na solução nutritiva e do número de frutos por planta sobre a produção do meloeiro. *Horticultura Brasileira*, v.21, p.185-190, 2003.

PRATT, H.K.; GOESCHL, J.D.; MARTIN, E.W. Fruit growth and development, ripening and role of ethylene in the 'Honey Dew' muskmelon. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v.102, p.203-210, 1977.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. 4.ed. Porto Alegre : Artmed, 2009. 848p.

TERUEL, B.; CORTEZ, L.; NEVES, L. Estudo comparativo do resfriamento de laranja Valência em três sistemas de resfriamento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.5, p.481-486, 2002.

SALES JUNIOR, R.; DANTAS, F.F.; SALVIANO, A.M.; NUNES, G.H.S. Qualidade do melão exportado pelo porto de Natal-RN. *Ciência Rural*, v.36, p.286-289, 2006.

SHELLIE, K.C.; SALTVEIT JUNIOR, M.E. The lack of a respiratory rise in muskmelon fruit ripening on the plant challenges the definition of climacteric behavior. *Journal of Experimental Botany*, v.44, p.1403-1406, 1993.

SUSLOW, T.V.; CANTWELL, M.; MITCHELL, J. *Produce Facts: Cantaloupe*. Department of Vegetable Crops, University of California, Davis, 2009.

VILLANUEVA, M.J.; TENORIO, M.D.; ESTEBAN, M.A.; MENDOZA, M.C. Compositional changes during ripening of two cultivars of muskmelon fruits. *Food Chemistry*, v.87, p.179-185, 2004.